



Melde- und Umweltinformationssystem im Kanalbau der Stadt Rietberg

Gemeinschaftsprojekt, gefördert durch das
Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein - Westfalen



Abschlussbericht

Rietberg, 30.11.2004

Gliederung

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | Aufgabenstellung..... | 5 |
| 2 | Ziele | 5 |
| 3 | Funktionsweise des Umwelt-Informations-Systems | 6 |
| 4 | Vorgehensweise..... | 9 |
| 4.1 | Bedarfsanalyse für das UIS Rietberg | 9 |
| 4.1.1 | Grunddaten | 9 |
| 4.1.2 | Hydraulische Daten | 10 |
| 4.1.3 | Administrative Daten | 11 |
| 4.2 | Grundlagenuntersuchung..... | 12 |
| 4.2.1 | Anforderungen an Kanal- und Rohrleitungsanlagen | 12 |
| 4.2.2 | Anforderungen an Dichtungen- bzw. Dichtsysteme..... | 13 |
| 4.2.2.1 | Lebensdauer..... | 14 |
| 4.2.2.2 | Chemische und bakterielle Eigenschaften..... | 14 |
| 4.2.2.3 | Physikalische Eigenschaften | 14 |
| 4.2.2.4 | Prüfdrücke | 15 |
| 4.2.2.5 | Ringspalt (Muffenspaltweite nach DIN 4032)..... | 15 |
| 4.2.2.6 | Funktionsanforderungen an die Dichtung | 15 |
| 4.2.2.7 | Temperaturbeanspruchung | 16 |
| 4.2.2.8 | Wurzelfestigkeit | 16 |
| 4.2.3 | Administrative Anforderungen | 16 |
| 4.3 | Entwicklung der Software..... | 17 |
| 4.3.1 | Softwarespezifische Bearbeitungsfelder | 20 |
| 4.3.2 | Das Implementationsmodell | 21 |
| 4.3.3 | Die Kanaldatenbank..... | 24 |
| 4.3.4 | Die Kommunikation | 26 |

| | | |
|---------|---|----|
| 4.4 | Entwicklung und Anpassung der Hardware..... | 27 |
| 4.4.1 | Entwicklung des Lesegerätes..... | 27 |
| 4.4.2 | Kameratechnik | 29 |
| 4.4.3 | Auswahl Datenträger..... | 30 |
| 4.4.4 | Beständigkeitsuntersuchungen der Datenträger | 33 |
| 4.4.4.1 | Temperaturbeständigkeit | 33 |
| 4.4.4.2 | Frost-Tauwechsel-Beständigkeit..... | 34 |
| 4.4.4.3 | Beständigkeit gegenüber Feuchte, Öl und Benzin..... | 35 |
| 4.4.4.4 | Straßeneinbau | 36 |
| 4.4.4.5 | Dynamische Belastungen | 37 |
| 4.4.4.6 | Einbau im Bereich von Dichtungen..... | 39 |
| 4.5 | Integration Generalentwässerungsplan..... | 40 |
| 5 | Ergebnisse | 43 |
| 5.1 | Ergebnisse der softwarespezifischen Bearbeitung..... | 43 |
| 5.2 | Ergebnisse der hardwarespezifischen Bearbeitung | 43 |
| 5.2.1 | Eignungsprüfung Transponder | 44 |
| 5.3 | Ergebnisse Generalentwässerungsplan..... | 47 |
| 5.3.1 | Darstellung der Ergebnisse für den RW-Kanal..... | 47 |
| 5.3.2 | Darstellung der Ergebnisse für den SW-Kanal..... | 49 |
| 5.3.3 | Resultat des Generalentwässerungsplans (Ist-Zustand)..... | 51 |
| 6 | Installation | 52 |
| 6.1 | Einbaurichtlinien von Transpondern im Rahmen des UIS Rietberg | 52 |
| 6.1.1 | RAL „Mikrosystemtechnik im Kanalisations- und Rohrleitungsbau | 52 |
| 6.1.2 | Art des Transponders..... | 52 |
| 6.1.3 | Lage der Transponder in der Straße | 52 |
| 6.1.4 | Lage der Transponder bei Straßeneinläufen..... | 54 |



| | | |
|-------|--|----|
| 6.1.5 | Einbau in bituminöse Straßendecken..... | 54 |
| 6.1.6 | Einbau in Straßenpflaster..... | 54 |
| 6.1.7 | Verschluss der Einbauöffnung | 54 |
| 6.1.8 | Abschließende Arbeiten | 55 |
| 6.2 | bauliche Ausrüstung..... | 56 |
| 6.3 | hard- und software-technische Ausrüstung | 61 |
| 7 | Zusammenfassung..... | 62 |
| 8 | Abbildungsverzeichnis..... | 64 |
| 9 | Anlagen | 65 |

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Rietberg beabsichtigt wirksame Mechanismen zur Vermeidung von Umweltschäden insbesondere Gewässerverschmutzungen einzuführen. Grund dieser Aktivitäten ist ein Brandschaden im Gewerbegebiet Tenge – Rietberg. Dieser Brand verursachte erhebliche Gewässerbeeinträchtigungen durch den Eintrag von verschmutztem bzw. kontaminiertem Löschwasser und -schaum in den Vorfluter.

Um Umweltschädigungen bei Brandfällen oder Gefahrgutunfällen zu minimieren bzw. ganz zu vermeiden und dabei gleichzeitig auf Lösch- und Abwassereintragungen reagieren zu können bestand das Ziel des Projektes in der Entwicklung und der gebietsweisen Installation eines **UmweltInformationsSystems**.

2 Ziele

Mit dem UIS soll der Stadt im Katastrophen- und im Kanalmanagement ein umfassendes Mittel zur Optimierung der Verwaltungsvorgänge, der Stabilisierung der Versorgungssicherheit und vor allem der Stärkung des Umweltschutzes zur Hand gegeben werden.

Das Ziel soll die Einbeziehung der Mikrosystemtechnik bei der Errichtung und Betreuung von Kanalisationsanlagen und Rohrleitungssystemen sein. Hierbei werden in Bauteile der Kanalisationsanlagen Transponder (Mikrochips) implantiert, die berührungsfrei von den Anlagebetreibern oder auch von der Feuerwehr, Polizei und unterer Wasserbehörde ausgelesen werden können. Im Schadensfall lassen sich somit am Schadensort schnell Informationen über den Verlauf der Kanalisation, über Absperrmöglichkeiten, Meldewege etc. abfragen.

Das Ziel des Projektes besteht in der Entwicklung eines Informationssystems, bestehend aus Gerätetechnik, Software und Datenträger, welches im Kanalsystem appliziert werden kann.

3 Funktionsweise des Umwelt-Informations-Systems

Das Umwelt-Informations-System (UIS) begründet sich in einer Forderung des Landrates des Kreises Gütersloh, zur Vermeidung und Minimierung von Gewässerschäden durch Löschwassereinträge.

Hintergrund dieser Forderungen war ein Brand im Gewerbegebiet Tenge- Rietberg (Abbildung 1, Abbildung 2),



Abbildung 1: Brand im Gewerbegebiet Tenge- Rietberg [SV Rietberg]



Abbildung 2: Große Mengen anfallendes Löschmittel [SV Rietberg]

bei welchem durch den schnellen und organisierten Einsatz der Feuerwehr zwar die Ausweitung des Brandes auf benachbarte Bereiche verhindert werden konnte, aber aufgrund der Eintragung des Löschmittels in den Abwasserkanal entstanden im Bereich der Einleitstellen erheblicher Schaden an der Umwelt in Form von Kontaminierung des Vorfluter. Die Folge war ein Fischstreben. Um solches in der Zukunft verhindern zu können, kam man im zuständigen Amt der Stadtverwaltung zu dem Schluss, dass es eine übersichtliche Orientierungsmöglichkeit über die Kanalisation, deren Fliessverhalten und die Stau- und Absperrmöglichkeiten für die Einsatzkräfte vor Ort, als auch der Entscheidungsträger in der zentralen Kläranlage geben muss.

Mit dieser Orientierungsmöglichkeit, dem **UmweltInformationsSystem**, wird ein wirksamer Mechanismus zur Vermeidung von Umweltschäden, insbesondere

Gewässerschäden, bei Brandfällen oder Gefahrgutunfällen installiert. Damit wird der Stadt Rietberg im Katastrophen- und im Kanalmanagement ein umfassendes Mittel zur Optimierung der Verwaltungsvorgänge, der Stabilisierung der Versorgungssicherheit und der Stärkung des Umweltschutzes zur Hand gegeben.

Im ersten Schritt erfolgte die Festlegung technischer Parameter und die Abstimmung der Vorgänge mit der Feuerwehr, dem Ordnungsamt und dem Abwasserbetrieb der Stadt Rietberg sowie dem Umweltamt der Kreisverwaltung. Damit wurden letztlich die Anforderungen zur Erarbeitung der Software praxis- und realitätsnah bestimmt.

Mit diesen Festlegungen zum Dateninhalt wurde einerseits die Software gemäß den Anforderungen entwickelt und ebenso der Generalentwässerungsplan für Rietberg erarbeitet und in das UmweltInformationsSystem eingearbeitet.

Im Anschluss an diese Entwicklungen wurde das Kanalnetz in zwei Gewerbe- und einem Wohnneubaugebiet mit Transpondern ausgerüstet. Die Lage der eingebauten Transponder wurde mittels Satellitenvermessung ermittelt und im UmweltInformationsSystem hinterlegt.



Abbildung 3: Simulierter Gefahrgutunfall
[FITR]



Abbildung 4: Auslesen der Ident. Nummer
[FITR]

Die Funktionsweise des UIS beruht darauf, dass jedem Kanal- und Straßeneinlauf im Stadt- und Gewerbegebiet eine Identifikationsnummer zugewiesen wird. Diese Nummer ist auf einem Transponder / Datenträger gespeichert der unmittelbar am Einlauf in der Straßendecke appliziert ist.

Im Brandfall oder bei Gefahrgutunfällen wird mittels eines Lesegerätes unmittelbar vor Ort die Identifikationsnummer ausgelesen und an die Bereitschaft der Kläranlage weitergeleitet (Abbildung 3, Abbildung 4).

Dort bzw. auch vor Ort kann nunmehr nach Eingabe von Daten wie Löschwassermenge, Löschmittel oder Gefahrgut in kürzester Zeit über ein Datenhandy oder einen Laptop Informationen über zu erledigende Sofortmassnahmen, Absperrorte und Fließzeiten abgerufen werden.

Durch die Verästelung des gesamten Entwässerungsnetzes wird in der Anwendung des **UmweltInformationsSystem** deutlich, dass oftmals an mehreren Stellen abgesperrt werden muss und dabei nur wenige Minuten zur Verfügung stehen (Abbildung 5, Abbildung 6).

Da mit dem **UmweltInformationsSystem** nunmehr den Einsatzkräften vor Ort und den Entscheidungsträgern eine schnelle und sichere Entscheidungshilfe zur Verfügung steht, kann die Umwelt vor größeren Schäden bewahrt werden.



Abbildung 5: Vorbereitung zum Absperrn der Abwasserleitung [FITR]

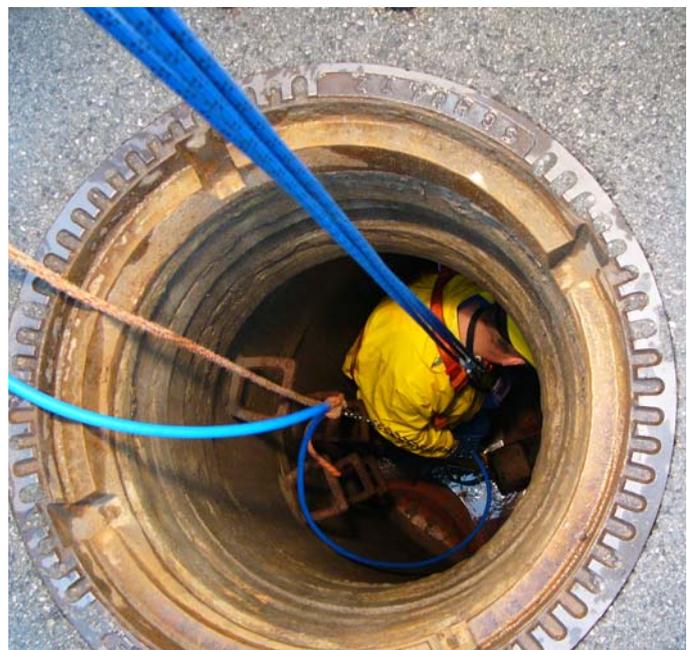


Abbildung 6: Setzen der Absperrblase [FITR]

4 Vorgehensweise

4.1 Bedarfsanalyse für das UIS Rietberg

Die Bedarfsanalyse für das Projekt diente dazu, vorab zu klären welche relevanten Daten das neue **UmweltInformationsSystem** der Stadt Rietberg enthalten soll, um die Forderungen des Kreises Gütersloh im Schreiben vom 03.12.2001 zu erfüllen, als auch die Umweltschutzfaktoren im Havariefall zu berücksichtigen.

Zu Beginn wurden die Aktionskreise in zwei Gruppen aufgeteilt. Zum einen in die Technischen Anforderungen und zum anderen in die Bedarfsdaten.

Die Bedarfsanalyse für die Technischen Daten bezieht sich auf die Datenträger und die Gerätetechnik (Lebensdauer, Speicherleistung, Energieverbrauch usw.). Die Mindestanforderungen dazu sind in der RAL-GZ 619 „Mikrosystemtechnik im Kanalisations- und Rohrleitungsbau“ verankert.

Die zweite Gruppe der Daten, die Bedarfsdaten, bezieht sich auf die Daten die für den Betrieb, die Vorsorgemaßnahmen und für den Schadenfall relevant sind.

Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf den Bedarfsdaten, die sich wiederum in 3 Gruppen gliedern lassen:

1. die Grunddaten,
2. die hydraulischen Daten,
3. und die administrativen Daten.

4.1.1 Grunddaten

Die Grunddaten enthalten Informationen die eine genaue Zuordnung von, Kanälen, Schachtbauwerken und Sonderbauwerken ermöglichen. Sie wurden in Haltungs- und Netzdaten gegliedert. Die Mindestdaten für ein entsprechendes Bauwerk bzw. Haltung sollten sein:

- Nummer,
- die Koordinaten,
- die Höhen (OKS, SS, E, A, Z),

- die Geometriedaten,
- das Baujahr,
- die Funktion,
- und die bauliche Ausbildung

Zusätzlich zu den Haltingsdaten müssen auch Netzdaten wie:

- Betriebsflächen,
- befestigte Betriebsflächen,
- Direkteinleiter,
- Indirekteinleiter,
- die Anzahl der Übergabestellen in den Kanal,
- die Anzahl der Einleitungsstellen in die Gewässer,
- die Gesamtlänge der Kanäle

mit erfasst werden.

4.1.2 Hydraulische Daten

Die hydraulischen Daten beschreiben die Belastung der Haltungen mit Abwasser, Leistungsreserven und Überlastungen und dienen damit der Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Entwässerungsnetzes.

Zu diesen Daten gehören unter anderen:

- Q_{vorh} , Q_{max} , V_{vorh} , V_{max}
- Speicherkanäle (Rückhaltung von kontaminiertem Löschwasser),
- Überstaumöglichkeiten,
- Absperrmöglichkeiten (bei Eintrag von wassergefährdenden Substanzen),
- Fließrichtungen .

Darüber hinaus war in diesem Projekt zusätzlich noch die mögliche Gefährdung durch kontaminierte Ab- bzw. Löschwässer zu erfassen und deren Einflüsse auf hydraulische Komponenten.

4.1.3 Administrative Daten

Die Administrativen Daten dienen in erster Linie dem störungsfreien Betrieb der Kanalbauwerke. Und werden in vier Gruppen untergliedert.

1. Die Zustandsdaten:

- Die Zustandsdaten beschreiben den baulichen Zustand zum Zeitpunkt einer Inspektion und werden mit Datum der Durchführung sowie Bewertung hinterlegt

2. Die Betriebsdaten:

- Betriebsdaten beschreiben Maßnahmen zu Reinigungs- und Wartungsintervalle, Ablagerungsverhalten sowie Betriebszustände

3. Die Kostendaten:

- Kostendaten dienen der Betriebskostenermittlung und Vermögensbewertung

4. Die Betreiberdaten

- Die Daten der Verantwortlichen sind mit Namen und Telefonnummer zu hinterlegen. Weiterhin sind der Netzbetreiber und ein Ansprechpartner mit Anschrift im UIS zu dokumentieren.

Für eine sinnvolle Nutzung des UIS Rietberg ist es nicht notwendig, das alle Nutzer Zugriff auf sämtliche Daten haben. Eine Festlegung, wer welche Daten nutzen kann, wurde entsprechend der Zugriffsebenen definiert.

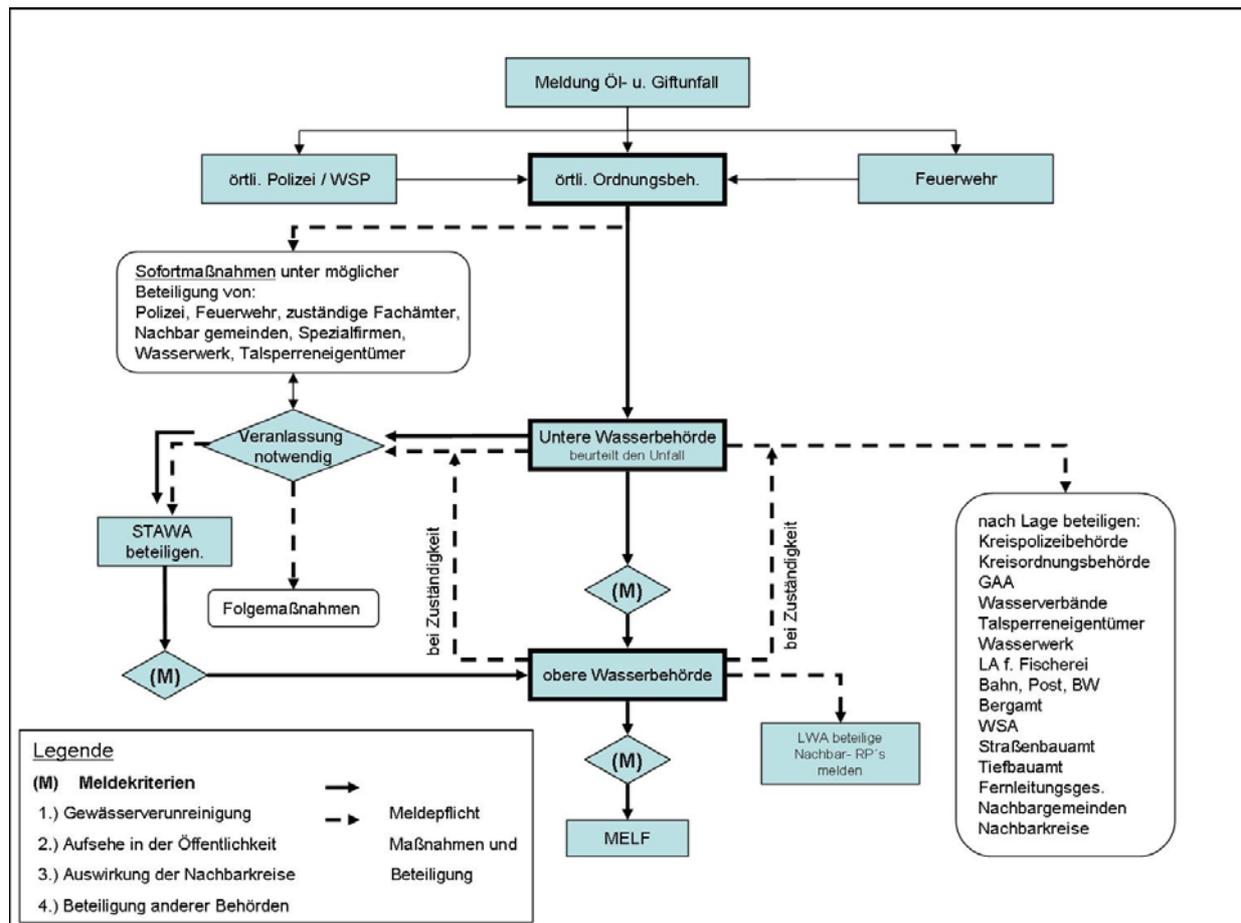


Abbildung 7: Öl- und Giftalarmplan des Kreises Gütersloh [SV Rietberg]

4.2 Grundlagenuntersuchung

4.2.1 Anforderungen an Kanal- und Rohrleitungsanlagen

Rohrleitungen und Schächte sind im Wesentlichen technische Konstruktionen, bei denen das Zusammenwirken von Bauteilen, Einbettung und Verfüllung die Grundlage für Stand- und Betriebssicherheit ist.

Die Bauteile und Baustoffe müssen den geltenden nationalen Normen, den Europäischen Normen oder Europäischen Technischen Zulassungen entsprechen. Die Auswahl der Bauteile hinsichtlich Eignung und Verwendung kann u.a. nach diesen Kriterien erfolgen [DIN EN 1610]:

- Abwasserbeschaffenheit
- Boden-/Grundwasserbeschaffenheit
- Bodenmechanische Eigenschaften

Bauteile für Kanal- und Rohrleitungsanlagen müssen bei der Fertigung einer regelmäßigen Güteüberwachung unterliegen. Dieser Nachweis ist durch die Bestätigung der regelmäßigen Überwachung durch eine Überwachungs-/Güteschutzgemeinschaft bzw. durch ein anerkanntes Prüfinstitut zu erbringen. Die Vorlage des letzten Überwachungsberichtes der fremdüberwachenden Stelle darf nicht älter als 12 Monate sein.

4.2.2 Anforderungen an Dichtungen- bzw. Dichtsysteme

Auf dem Gebiet der Elastomerdichtungen für Kanäle und Leitungen bestehen eine Reihe von Vorschriften, die sich auf die Werkstoffe und auf die Funktion der Dichtung beziehen. Im Speziellen enthalten diese Vorschriften Angaben zu:

- der Lebensdauer,
- chemischen und bakteriellen Eigenschaften,
- physikalische Eigenschaften der Dichtung,
- Innen- und Außendrücken,
- dem Ringspalt (Muffenspalt),
- der Funktionsanforderungen für die Kompressionsdichtungen,
- Temperaturen in Abwasserleitungen,
- der Füllung der Leitungen mit Wasser,
- den Rohrdimensionen,
- den Rohrwerkstoffe,
- und der Wurzelfestigkeit.

4.2.2.1 Lebensdauer

Innerhalb einer Rohrverbindung muss eine Dichtung für die gesamte Lebensdauer der Leitung ihre Abdichtungsfunktion gegen Wasser von innen als auch von außen gewährleisten. Die Lebensdauer der Rohre, der Dichtungen sowie der gesamten Leitung wird durch die „Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen LAWA“ geregelt.

Für abwassertechnische Anlagen, Abwasserleitungen und Kanäle ist eine Lebensdauer von 50 - 80 (100) Jahren vorgesehen.

Daher ist es unbedingt erforderlich, dass die Dichtung eine ähnliche bzw. gleiche Lebensdauer aufweist wie die Abwasserleitung oder die Kanäle. Um die Dichtwirkung über den gesamten Nutzungszeitraum sicherzustellen ist es deshalb notwendig eine Lebensdauer von 50-80 Jahren sicherzustellen.

4.2.2.2 Chemische und bakterielle Eigenschaften

Die wichtigste Anforderung an die Einzelbausteine des Dichtungswerkstoffes ist, dass keine oder nur eine geringe chemische Relaxation des fertigen Produktes während der Nutzungsdauer und unter Belastung auftritt. Um die Dichtung gegen Bakterienfraß zu schützen, sind diese mit entsprechenden antibakteriellen Zusätzen behandelt, bzw. kommen resistente Materialien zum Einsatz.

4.2.2.3 Physikalische Eigenschaften

Die heutigen Dichtungen für den Kanalbau sind grundsätzlich Kompressionsdichtungen. Dies bedeutet, dass eine Dichtung infolge seiner elastischen Eigenschaften auf die Dichtflächen des Rohrwerkstoffes einen Anpressdruck ausübt, der verhindert, dass das flüssige Medium aus- oder eindringen kann. Die Verbindung bleibt in Grenzen beweglich und drehbar. Dies ist bei starren Rohren wie Beton, Guss, Steinzeug und anderen Werkstoffen unbedingt erforderlich.

4.2.2.4 Prüfdrücke

Die Dichtheitsprüfung von Abwasserleitungen wird grundsätzlich mit einem Innendruck von 0,5 bar durchgeführt.

Die Rohre und Dichtungen müssen aber erhöhten Prüfanforderungen im Werk standhalten. Zu diesen Werksprüfungen gehören nach FBS - Qualitätsrichtlinie Teil 1, Punkt 4.4.2.1.2:

- Rohre der Nennweitengruppe 1 und 2 (< DN 1000), max. Prüfdruck von 2,5 bar
- Rohre in Wassergewinnungsgebieten , max. Prüfdruck von 2,5 bar
- Rohre der Nennweitengruppen > DN 1000, max. Prüfdruck von 1,0 bar

4.2.2.5 Ringspalt (Muffenspaltweite nach DIN 4032)

Der Ringspalt ist der Abstand zwischen Spitzendspiegel und der Schulter der Muffe. Zwischen den beiden Flächen der Muffe und der Spitze liegt die Dichtung. Diese muss Längsbewegungen, Drehungen (Abwinklungen) und Querbewegungen ermöglichen. Die Größe des Ringspaltes schwankt mit der Nennweite des Rohres. Für die Abdichtung einer Verbindung sind die Scherlasten und dadurch die Querbewegungen im Rohrgefüge die Maße, die die größten und kleinsten Ringspalte ergeben. Es ist bekannt, dass eine Kompressionsdichtung nur in gewissen Verformungsgrenzen wirksam arbeitet. Während die kleinste Verformung auf eine Dichtung die Abdichtungsgrenze bestimmt, ist für die größte Verformung die Materialzerstörung das zweite Kriterium für eine Begrenzung.

4.2.2.6 Funktionsanforderungen an die Dichtung

Wie bereits erwähnt wurde, wird die Funktion der Dichtung unter bestimmten Verformungsgrenzen gesehen. Am einfachsten und heute in der Praxis allgemein üblich, werden diese Grenzen in % ausgedrückt.

Die Funktionsgrenzen sind in verschiedenen Normen und Vorschriften unterschiedlich. Es werden die zwei wichtigsten Vorschriften aufgezählt:

Die DIN EN 1916 beschreibt mehrere Verfahren mit unterschiedlichen Grenzwerten:

- Rohrverbindung mit Scherbegrenzer, min. Verformung ca. 15 %, max. Verformung wird auf 65 % begrenzt.

- Rohrverbindung ohne Scherbegrenzer wird die min. Verformung auf 25% und die max. Verformung auf 50 % begrenzt, (einwandfreie zentrische Verlegung erforderlich)

In der FBS - Qualitätsrichtlinie, Teil 1, Punkt 4.2, Kap. Dichtmittel, wird die minimale Verformung auf 20 % und die max. Verformung auf 50 % begrenzt.

Die Verformungen der Dichtungen werden immer von der Ausgangslage bzw. aufgespannt auf dem Spitzende gerechnet. Bei integrierten Dichtungen beträgt die Vordehnung ca. 5 %, und bei Dichtungen die auf dem Spitzende aufgespannt werden, wird mit einer Vordehnung von 10 % bis 15 % gerechnet.

4.2.2.7 Temperaturbeanspruchung

Nach DIN EN 476 und DIN V 1201 beträgt die innere Wassertemperatur (Abflusstemperatur) 45° C für Rohre bis DN 200 und 35° C für Rohre über DN 200.

Die genannten Werte beziehen sich auf die momentan geltenden Einleittemperaturen von Abwässern in die Kanalisation. Die Dichtung muss auf Grund dieser Tatsache bei Temperaturen bis 55 °C ihre Funktionsfähigkeit ohne Einschränkungen beibehalten.

4.2.2.8 Wurzelfestigkeit

Alle Rohrverbindungen für die Abwasserkanäle müssen Wurzelfest sein.

4.2.3 Administrative Anforderungen

Die administrativen Anforderungen an das Umweltinformationssystem UIS sind vergleichbar mit Anforderungen anderer Informationssysteme, soweit diese von einer breiten Anwenderzahl genutzt werden sollen. Dies bedeutet:

- die Sicherstellung periodischen Vorgängen, wie regelmäßige Datensicherung der Datenbanken sowie deren Aktualisierung
- praxistaugliche Datensicherungskonzepte für Volumendaten wie z.B. Luftbilder
- Performancebetrachtungen im Netzwerk

- Abläufe und Prozeduren beim Datenaustausch
- Zugriffregeln

Dort, wo aufgrund der bestehenden Infrastruktur ein performanter Systemzugriff nicht gewährleistet werden kann, wird das System "gespiegelt" auf einem lokalen Rechner (Büro- PC und/oder Notebook) vorgehalten. Entsprechend sind seitens der IT-Administration Verfahren für das Daten-Update festzulegen.

4.3 Entwicklung der Software

Von Anfang an musste die Fragestellung der anwendungs- und datenorientierten Nutzung der Software als UIS beantwortet werden. Deshalb ist für die Planung und Einführung eines solchen Softwaresystems eine eingehende Grundlagenermittlung erforderlich.

Dieses geschah im Projekt **UmweltInformationsSystem** der Stadt Rietberg wie folgt:

- Konkretisierung der Projektvorgaben
- Definition der Schadensereignisse
- Definition der Prozesse, die durch das UIS abgebildet werden sollen, bzw. die Auslöser für die Nutzung des UIS sind.

Eine Konkretisierung bezog sich auf eine allgemeine Definition der Schadensereignisse:

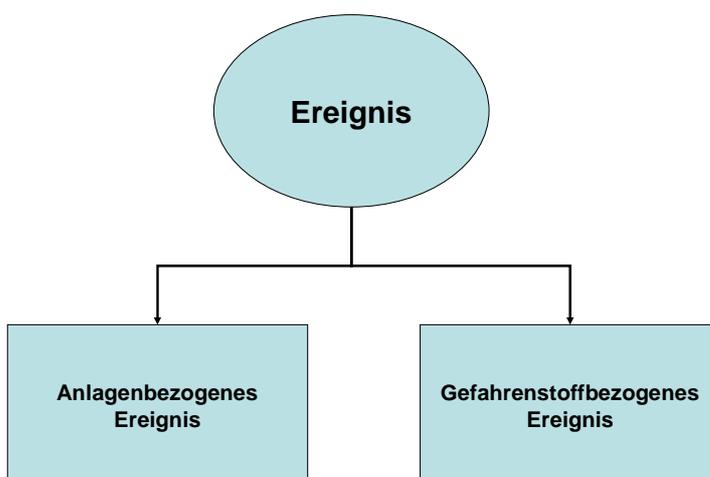


Abbildung 8 - Definition Ereignis



Die wichtigste Konkretisierung ergab sich aus der Beantwortung folgender Fragen im Falle eines Schadensereignisses:

- Wer sind die Beteiligten?
- Wer berichtet wem?
- Unter welchen Voraussetzungen ist wer beteiligt?
- Wie wird miteinander kommuniziert?
- Welche Informationen werden ausgetauscht?
- Wie werden Ereignisse dokumentiert?
- Wer pflegt Informationen ins System?
- Wo bzw. in welcher Situation befinden sich einzelne Beteiligte?

Ziel dieser Fragen war die Klärung, welchen Beteiligten das UIS unmittelbar nutzen kann und welche Beteiligte nur indirekt oder gar nicht davon profitieren. Dann galt es festzustellen, welche Prozesse durch das UIS beschleunigt werden können. Letztlich entscheidend war dann die Festlegung, wo die Software schließlich zum Einsatz kommen soll.

Hierbei ist generell zu berücksichtigen, dass der Nutzen jeglicher Informationssysteme sich nicht aus der Vielfalt der vorhandenen Daten ergibt, sondern aus den an einen bestimmten Anwender in einer bestimmten Situation gelieferten Informationen. Entscheidend für eine erfolgreiche Softwareeinführung ist deshalb die Akzeptanz der Software durch die Anwender. Als Akzeptanz fördernd gilt allgemein ein hoher Grad an Softwareergonomie, zu der nicht nur die optische Gestaltung der Software gehört, sondern auch eine gute Prozessunterstützung.

Die Einzelergebnisse führten zunächst zu einem logischen UIS-Modell und schließlich zu dem zu dem Implementationsmodell des UIS. Das logische UIS-Modell ist quasi ein Abbild der bisherigen analogen Vorgehensweise im Gesamtprozess eines Ereignisses. Wie durch die befragten Beteiligten bestätigt wurde ist diese Vorgehensweise ein in sich abgestimmtes, funktionierendes System.

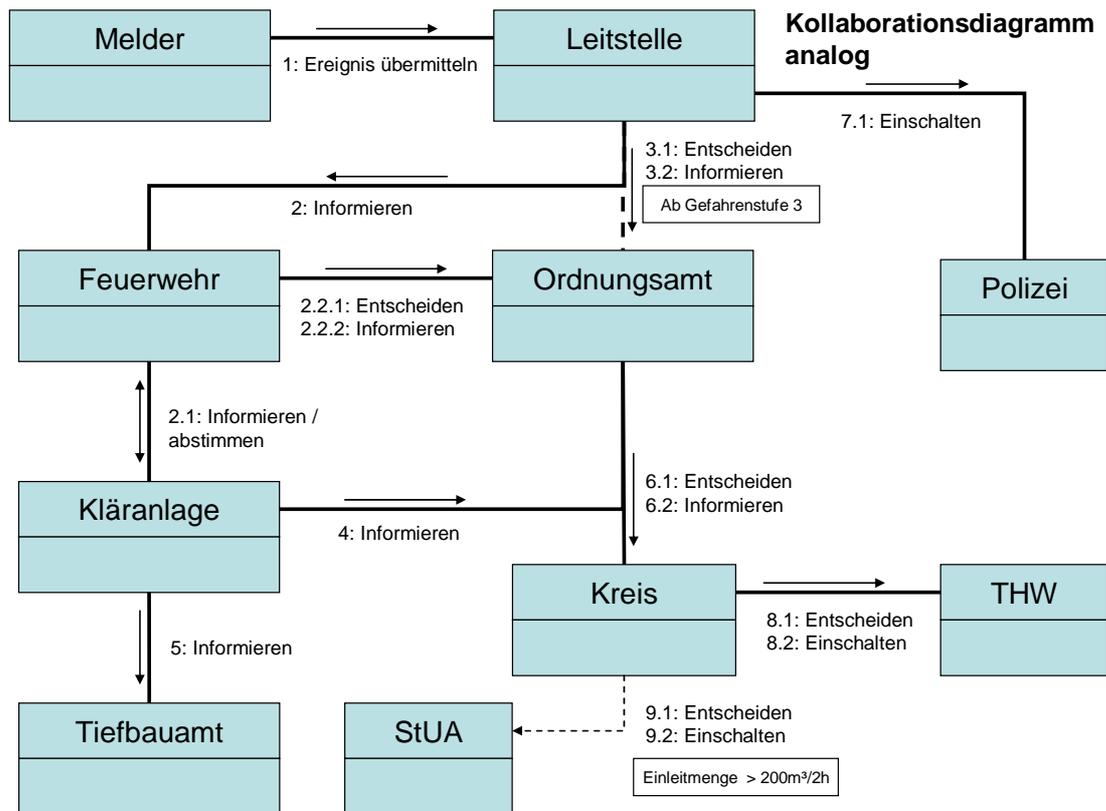


Abbildung 9: analoges Kollaborationsdiagramm [RST]

Deshalb wurde festgelegt, dass dieses in jedem Fall nicht verändert werden darf. Auch vor dem Hintergrund der organisatorischen und technischen Machbarkeit soll das UIS nur in Teilen des analogen Vorgehensmodells zum Tragen kommen. Dieser Ansatz führt zum Implementationsmodell.

Im Gegensatz zu dem üblicherweise verfolgten Ansatz, Prozesse durch ein Informationssystem zu steuern, wurde vor dem Hintergrund der Kontrollierbarkeit und Machbarkeit festgelegt, dass das UIS zunächst nur informieren und Hilfestellung geben soll. Erst zu einem späteren Zeitpunkt, wenn das gesamte Verfahren etabliert und verifiziert worden ist, können Teile des Verfahrens durch das System automatisiert werden.

Anhand der erhobenen Grundlagen wurde technisch betrachtet ein logisches UIS-Modell entwickelt. Diese dokumentiert die bisherige, analoge Vorgehensweise. Als nächstes wurden sinnvolle Einsatzszenarien des UIS definiert und zunächst in der

Projektgruppe diskutiert. Die Ergebnisse wurden anschließend mit den zukünftigen Nutzern diskutiert und konkretisiert.

Ein wesentliches Merkmal dieses Vorgehens, war bereits beim Entstehen des UIS die späteren Anwender möglichst frühzeitig mit einzubeziehen und damit die erforderliche Akzeptanz des Systems sicherzustellen. Deshalb wurde das System als ein Werkzeug definiert, das bestimmte Arbeitsabläufe unterstützt, aber keine Veränderungen der bestehenden Prozesse bewirkt.

Aus diesen Vorgaben heraus wurde das Implementationsmodell des UIS anhand eines Prototypen entworfen, der als Spezifikationsgrundlage für die Weiterentwicklung diente.

Grundlagen des Implementationsmodells sind:

- Kanaldatenbank der Stadt Rietberg
- In die Kanaldatenbank übernommene hydraulische Daten des GEP
- Grundkartenwerk aus der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK)

4.3.1 Softwarespezifische Bearbeitungsfelder

Moderne Softwareprodukte sollten generell immer als Gesamtsystem betrachtet werden. Dabei ist der Faktor Hardware zunehmend vernachlässigbar. Im Fall des UIS muss aber auch die Hardware wegen der mobilen Systemkomponenten mitbetrachtet werden.

Technisch steht und fällt das UIS mit den Daten in der Datenbank und deren Qualität. Soweit vermeidbar bietet das System in bestimmten Situationen Alternativlösungen an. Generell sind vollständige und richtige Daten Grundvoraussetzung für den sicheren Systemeinsatz. Insbesondere dadurch, dass alle Daten an einer zentralen Stelle vorgehalten werden, ergeben sich hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit des Systems und somit an das Systemmanagement. Erheblichen Einfluss hat dies auch auf alle Tätigkeiten, bei denen Daten neu eingegeben werden oder bei denen Veränderungen der Daten vorgenommen werden.

Für den reibungslosen UIS- Betrieb werden folgende Anforderungen gestellt:

- Vorhandensein aller Anlagen des Kanalnetzes in der Kanaldatenbank
- Bei Veränderungen oder neuen Objekten müssen auch die hydraulischen Stammdaten in das System aufgenommen werden
- Auf die regelmäßige Beschaffung der ALK wurde aus Kostengründen verzichtet. Für die beschriebene Navigation über Strasse und Hausnummer sind diese Daten erforderlich, wenn Probleme aufgrund fehlender Informationen vermieden werden sollen. Das vorhandene ALK wird als Grundlage genutzt und temporär aber nicht periodisch aktualisiert.

Um Probleme, die sich aus unzureichenden Daten ergeben können, zu vermeiden, wurde mit verschiedenen Stellen der Stadt Rietberg das Thema Datenmanagement und Qualitätskontrolle diskutiert. Entsprechende organisatorische und personelle Maßnahmen (z.B. Einrichtung eines Datenverantwortlichen) werden derzeit durch die Stadtverwaltung Rietberg vorbereitet.

4.3.2 Das Implementationsmodell

Das Implementationsmodell betrachtet die Prozesse bei einem Ereignis aus der Sicht der Stadt Rietberg. Aus den Erfahrungen der Vergangenheit wurde als wichtig definiert, dass ab dem Zeitpunkt des Eintritts eines Ereignisses, Informationen einzelne Beteiligte schneller informiert werden bzw. über das Ereignis und die Situation vor Ort informiert sind.

Die Lösung wurde seitens des Projektteams

- in der Unterstützung der Kommunikation zwischen den Beteiligten Feuerwehr, Rufbereitschaft/Kläranlage und dem Ordnungsamt
- der Bereitstellung ortsbezogener Informationen für die Feuerwehr
- der Bereitstellung ortsbezogener Informationen und Entscheidungshilfemechanismen für die Rufbereitschaft

gesehen.

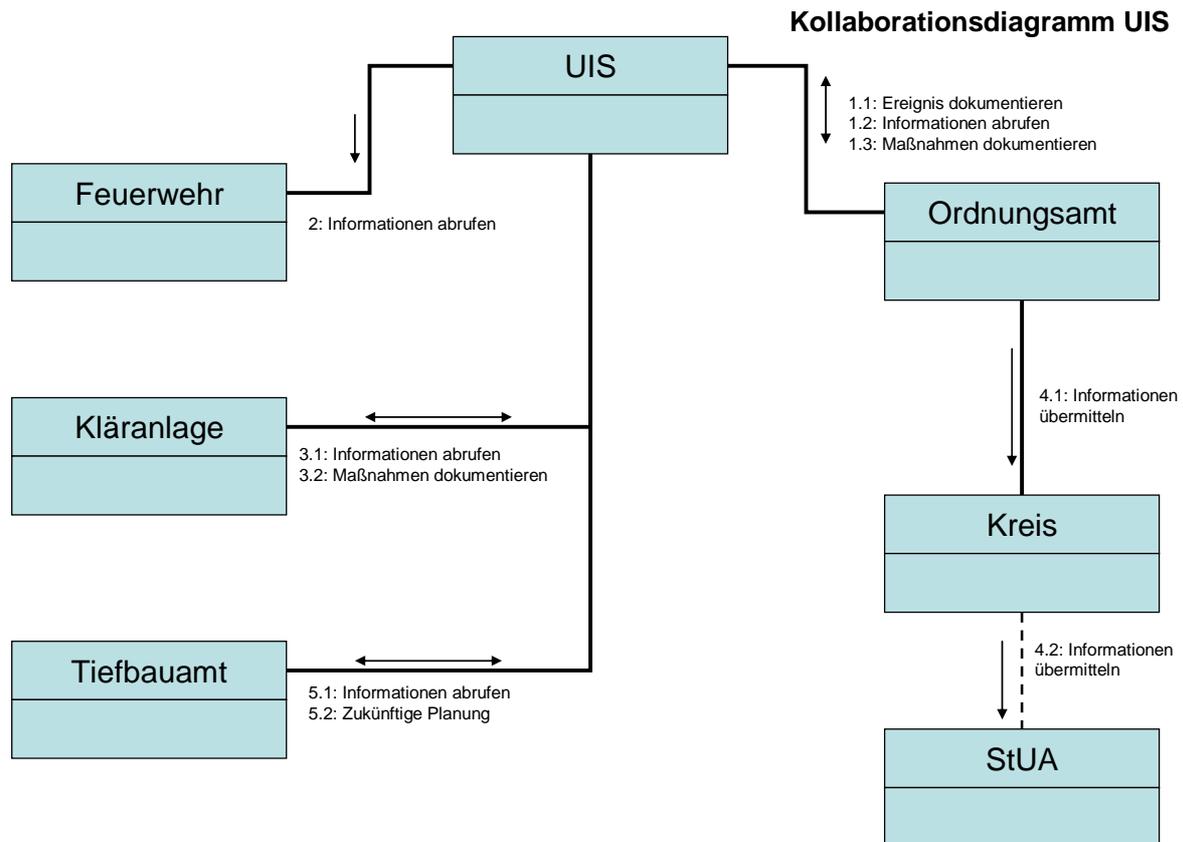


Abbildung 10 - Kollaborationsdiagramm im Implementationsmodell des UIS [RST]

Eine Schlüsselfunktion dabei haben die Transponderchips. Deren Nummer soll für alle Beteiligten als Minimalinformation dienen, so dass jeder Beteiligte die für ihn notwendigen Informationen aus dem UIS abrufen und ggf. die weiter Informationen des Gesprächspartners ergänzen kann.

Die Entscheidung ob und wo ein Kanal ggf. abgesperrt werden soll, kann nach Übermittlung der Nummer des Transponderchips sowie der Angabe der Löschwassermenge, der geschätzten Einsatzdauer und dem Füllgrad des Kanals auf Basis der vorhandenen Informationen in der Kanaldatenbank schnell getroffen werden. Das UIS berechnet anhand der vorgenannten Angaben Zeitmarken für die einzelnen Schächte, an denen bei einer evtl. Absperrung der Kanal voll wäre (Abbildung 11).

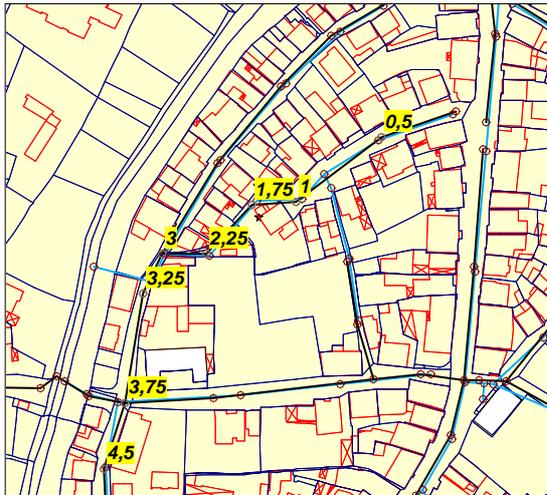


Abbildung 11: Zeitmarken bis zur Vollfüllung bei Absperrung [RST]

Gleichzeitig kann die Rufbereitschaft anhand des Überblicks über die Gesamtsituation weitere Entscheidungen treffen. Eine weitere Unterstützung soll das UIS auch bei Gefahrstoffhavarien und bei weiteren hydraulischen Belastungen oder Gefährdungen liefern.

1 Transponder 60417001 Anzeigen

Original Variante 1 Variante 2 Variante 3

Schachtnr.: 60417001

Straße:

Kanalart: Schmutzwasserkanal

Schachart:

Baustoff:

Baujahr: 1963

Durchmesser: [m]

Sohlhöhe: 73,635 [m NN]

Tiefe: [m]

Tiefpunkt 59421030 Anzeigen



2 3

Gefahrengut bezogen Anlagenteil bezogen

Löschmittel

Löschmittelmenge

Dauer

Füllstand

| Ansprechpartner | Tel.-Nr. | Info |
|-----------------|----------------|----------------|
| Abwasserwerk | 05244/ 986-254 | Einsatz planen |
| Stadtverwaltung | | informieren |

- Umweltamt informieren
- Absperrmöglichkeiten prüfen
- Rufbereitschaft alarmieren

Abbildung 12: Bildschirmprint aus dem UIS Rietberg [RST]

Das UIS unterstützt dazu mit einem Entscheidungsbaum der abhängig von der Ausgangssituation, individuell gewählten Entscheidungsmerkmalen und vorgegebenen Regeln einzuleitende Maßnahmen und ggf. weitere zu Informierende Beteiligte aus dem logischen UIS-Modell vorschlägt (Abbildung 12).

Zur Verifizierung der erarbeiteten Konzepte wurde das Verfahren auch dem Leiter der örtlichen Feuerwehr vorgestellt und weitestgehend bestätigt. Als eine sinnvolle Ergänzung wurde die Einbringung der Hydrantenpositionen in das System vorgeschlagen. Ferner wurde auch die Möglichkeit gesehen, dass UIS auch auf einem Rechner im Einsatzfahrzeug und evtl. auch in der Leitstelle zu installieren. Letzteres hätte den Vorteil, dass erste Informationen bereits beim Eintritt des Ereignisses an die Rufbereitschaft übermittelt werden können, sodass diese hinreichend Zeit zur Vorbereitung hat bis die Feuerwehr am Einsatzort angekommen ist.

4.3.3 Die Kanaldatenbank

Grundlage einer jeden Information sind Daten. Das UIS greift als Informationslieferant auf die Datenbasis in der Kanaldatenbank zurück.

Deren Grundlage ist:

- Die digitalen Kanalbestandsdaten
- Die digitalen Anlagendaten
- Das amtliche Katasterkartenwerk
- Die Ergebnisse des Generalentwässerungsplans
- Zustandsergebnisse und Informationen aus dem Kanalnetzbetrieb
- Koordinaten der Hydranten

Wesentliches Merkmal dieser Datengrundlage ist, dass zwar logisch eine Einheit bildet, inhaltlich jedoch bis auf die kanalfachlichen Daten voneinander unabhängig sind. So bleiben die einzelnen Datenbestände auch zukünftig hoheitlich in der Hand des jeweiligen Erzeugers. Die Aktualisierung erfolgt durch später noch zu definierende Updateprozesse. Ferner können bei Bedarf auch andere

Datenbestände hinzugefügt werden, womit auch die geforderte Ausbaubarkeit und Offenheit des Systems gesichert ist.

Als kritisch zeigte sich das Thema Katasterkartenwerk. Dieses gibt es als hochqualitative ALK- Vektorgrafik (automatisierte Liegenschaftskarte), die durch den Kreis geführt wird (Abbildung 14). Aus Kostengründen werden in Rietberg zur Zeit nur die aus der ALK abgeleiteten Rasterkarten (Abbildung 13) vorgehalten. Dieses hat für das UIS zwei entscheidende Nachteile:

1. Es können auf den mobilen Handgeräten (PDA), wie sie für den Einsatz bei der Feuerwehr geplant sind, nur Teile des Stadtgebiets gespeichert werden.
2. Dadurch gehen wichtige Informationen der ALK bzgl. der Gebäudenutzung verloren.
3. Besonders schützenswerte Gebäude oder andere Einrichtungen können nur mit Zusatzaufwand individuell dargestellt werden.



Abbildung 13: Rastergrafik [RST]

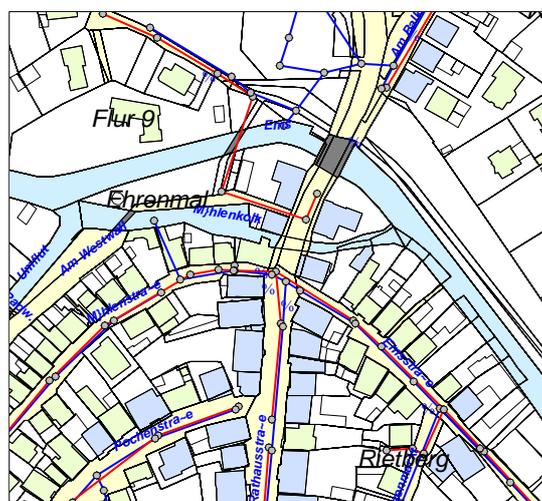


Abbildung 14: Vektorgrafik [RST]

Wie man an den beiden Abbildungen der Grafikdarstellungen (Abbildung 13, Abbildung 14) un schwer erkennen kann ist die Aussagekraft im zweiten Fall deutlich größer. Hier werden Wohngebäude farblich von gewerblich genutzten Gebäuden unterschieden. Zusätzlich können Gewässerverläufe oder Brücken besser dargestellt werden.

4.3.4 Die Kommunikation

Wie bereits oben erwähnt soll an dem als sicher und funktional etablierten Verfahren bei Ereignissen nichts verändert werden. Ein Diskussionspunkt bei den Projektbesprechungen war ob und wie durch das UIS bestimmte Kommunikationsprozesse optimiert werden können. Theoretisch wurde dabei die Möglichkeit der Alarmierung einzelner Beteiligter am Prozess durch e-Mail, SMS o. ä. ins Auge gefasst. Von diesen Konzepten wurde Abstand genommen, da die zurzeit praktizierte mündliche bzw. fernmündliche Kommunikation durch alle Beteiligten als sinnvoll bestätigt wurde und die automatische, elektronische Informationsübermittlung eher als nachteilig angesehen wurde, weil diese nur bedingt kontrollierbar ist und im Einzelfall zu einer nicht gewünschten Informationsflut führen könnte. Bei der Kommunikation gilt deshalb wie in anderen Bereichen des UIS der pragmatische Ansatz "Sicherheit geht vor".

Ziel im UIS sollte deshalb die Vereinfachung der Kommunikation durch eine inhaltliche Standardisierung sein. Ein wesentliches Merkmal dieser Vereinfachung ist die Nutzung der Transponder- Identifikationsnummer als Bezeichner für einen Schacht am Ereignisort. Ein weiteres Merkmal ist die Hinterlegung der Nummern aus der Gefahrgutkennzeichnung nach Gefahrgutverzeichnis (GGVZ).

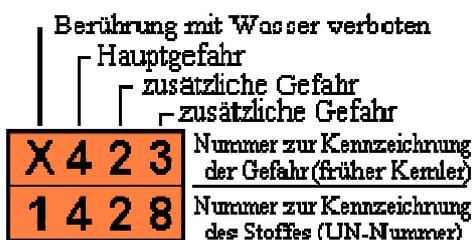


Abbildung 15:Gefahrgutkennzeichnung nach GGVZ [RST]



Abbildung 16:Eingabemaske für Löschmittel, Menge usw. [RST]

Dieses Kennzeichnungssystem kann durch die Feuerwehrleute interpretiert werden. Für nicht geschulte Personen liefert das UIS die Entschlüsselung und gleichzeitig

auch Grundlage zur Entscheidungshilfe wie im Detail zu verfahren ist bzw. wer zu benachrichtigen ist. Weiterhin können Löschmittel, Löschmittelmenge, Dauer und Füllhöhe eingegeben werden. Auch hier werden Entscheidungshilfen durch das UIS vorgeschlagen um entsprechende Maßnahmen treffen zu können.

4.4 Entwicklung und Anpassung der Hardware

4.4.1 Entwicklung des Lesegerätes

Die Entwicklung des Transponder- Lesegeräts war von mehreren Faktoren abhängig. Zum einen soll das Gerät über einen möglichst großen Lesebereich verfügen, ohne Anschluss an ein 220 V Netz auskommen, lange Einsatzdauer, sowie robust und einfach handhabbar sein.

Im Einzelnen galten deshalb folgenden Prämissen:

1. Optimaler Einsatz im Kanalbetrieb
2. Universelle Anwendbarkeit, z.B. auch durch die Feuerwehr
3. Verwendung von frei verfügbare Standardkomponenten

Transpondersysteme sind funktechnische Einrichtungen, die als Ganzes betrachtet werden müssen. Insbesondere die Einflussfaktoren Chipgröße, Größe der Senderantenne und davon abhängig die Elektronik und die Stromversorgung haben erheblichen Einfluss auf das Lesegerät.

Die Lösung kann deshalb nur ein Kompromiss aus technischer Machbarkeit und Handhabbarkeit sein. Der für den Einsatz durch die Feuerwehr gewünschte hohe Leseabstand kann z.B. nur durch große Leseantennen und hohe Ströme „erkauft“ werden. Als akzeptabel wurden ein Lesebereich zwischen 15cm und 20cm definiert. Hinsichtlich der Einsatzdauer sollten die verwendeten Akkus mindestens für einen Arbeitstag im Kanalbetrieb hinreichend sein. Um den spezifizierten Leseabstand in Verbindung mit der genannten Nutzungsdauer realisieren zu können erfolgte die Optimierung des Gerätes mittels eines ergonomisch vertretbaren Akkus.

Die Mechanik des Lesegeräts orientiert sich an Metallsuchgeräten, wobei hier flexiblere Einsatzmöglichkeiten Grundvoraussetzung waren. Auf dieser Grundlage

wurden verschiedene Prototypen des Lesegerätes entwickelt und Praxistests unterzogen. Erste Funktionsmuster zeigten schnell die Beschränkungen. Von optischen Eigenschaften abgesehen boten diese Funktionsmuster eine Grundlage für eine Feinspezifikation. So zeigte sich, dass der verwendete Blei-Gel-Akku zwar für eine lange Nutzungsdauer ausgelegt ist. Jedoch zu einer ungünstigen Gewichtverteilung und damit schlechten Handhabbarkeit des Geräts führt.



Abbildung 17: Funktionsmuster eines Transponderlesegerätes [RST]

Aus wirtschaftlichen Gründen wurden bei diesen Geräten nur Standardkomponenten verwendet werden. Im Laufe der Entwicklung wurde ein kleinerer Akku mit ca. 9-10 Stunden Nutzungsdauer ausgewählt. Weitere Optimierungen beziehen sich auf die Arretierung des PDA sowie der Verbindung zwischen PDA und der Leserelektronik.



Abbildung 18: PDA mit Identifikationsnummer und Kartenausschnitt [RST]

Der grundsätzliche Aufbau mit einer Teleskopstange für die Antenne bleibt von diesen Betrachtungen unberührt.

Bei der Optimierung der Funktionsmuster wurden sowohl mechatronische, als ergonomische Aspekte betrachtet. Die Teleskop-Mechanik von einem Fotostativhersteller zeigte sich als anfällig. Ebenso hatten die ersten Funktionsmuster relativ viele mechanische Teile. Hier wurde ein „Re-Design“ durchgeführt, was zu einem kompakteren Gerät mit nur noch zwei beweglichen Teilen führt. Durch Komponenten aus dem Schiffsbau konnte gleichzeitig eine Gewichtseinsparung und robuste Auszugsmechanik realisiert werden. Dieses so optimierte Gerät befindet sich seit mehreren Wochen in der Stadt Rietberg im Einsatz. Das System wurde zu einer Art von Baukastensystem weiterentwickelt, bei der je nach Anwendungszweck z.B. großer Lesekopf mit großem Akku oder kleiner Lesekopf und kleiner Akku kombiniert werden können. Die zweite Variante unterstützt speziell die Anforderungen im Kanalbetrieb.

4.4.2 Kameratechnik

Zur Entwicklung einer Kamera mit Lesetechnik wurden Kontakte zu verschiedenen Kameraherstellern aufgenommen.

Durch die Entwicklungsabteilung der Fa. Ridge Tool wurde eine Zusammenarbeit mit der Fa. GeHa Tech in Lünen, einem Vertriebs- und Service-Partner von Ridge Tool empfohlen. Die GeHa Tech Geschäftsführung erklärte sich bereit, an der Entwicklung der Lesetechnik mitzuarbeiten.

Entscheidend für ein Lesesystem an einer Schiebekamera sind folgende Faktoren:

- die Transponder- Leseeinrichtung muss immer an derselben Position sein
- Die Leseeinrichtung muss möglichst dicht an den Transponder herangeführt werden können
- die Leseeinrichtung darf die Eigenschaften der Kamera nicht nachteilig beeinflussen.

Technische Restriktionen ergeben sich hier aus:

- dem Abstand der Antenne zum Transponder
- der Sendeleistung der Antenne in Relation zum Leseabstand

- der Stromversorgung
- der Datenverbindung
- der Baugröße des Kamerasystems

Aufgrund der Erfahrung mit verschiedenen Kamerasystemen konnten bestimmte technische Ansätze von vorn herein verworfen werden. Bei der technischen Entwicklung zeigte sich, dass nur ein variables, auf beliebige Kamerasysteme anwendbares Verfahren sinnvoll ist. Hinsichtlich der Machbarkeit werden aktuell auf Funk basierende Verfahren zur Realisierung vorgesehen. Der Vorteil, der sich aus diesem Ansatz ergibt, ist eine hohe Systemneutralität und damit relativ beliebige Portabilität auf verschiedene Kamerasysteme. Die gesamte Stromversorgung erfolgt über separate Akkus im Lesekopf.

4.4.3 Auswahl Datenträger

Durch das Forschungsinstitut für Tief- und Rohrleitungsbau Weimar e.V. war zu Beginn des Projektes die Auswahl der Datenträger in Bezug auf ihre Einsatzfähigkeit im Kanal und Straßenbereich erforderlich. Die Anforderungen und somit die Auswahl der Datenträger ergeben sich aus den Anforderungen an die Bauteile der Kanalisations- und Rohrleitungsanlagen sowie aus den Belastungen der Deck- und Tragschicht von Straßen und Wegen. Insbesondere die lange Nutzungsdauer der Systembestandteile erfordert eine Nutzungsfähigkeit der Datenträger von mehr als 50 Jahren. Das heißt, der Datenträger muss seiner Funktion über den gesamten Zeitraum gerecht werden.

Dazu erfolgte die Festlegung von Kriterien. Diese wurden wie folgt definiert:

- langfristige Datensicherheit
- Lese- und Schreibfähigkeit mit geeigneter Technik bei einem Abstand von min. 25 cm
- Lesbarkeit unabhängig von den Umgebungsbedingungen
- bei Einbau in Fahrbahndecke:
 - Lagefixierung
 - Temperaturbeständigkeit 80°C (beim Einbau 160°C)

- Beständigkeit gegen dynamische Lasteintragungen
- Beständigkeit bei Frost-/ Tauwechsel
- Resistent gegen Feuchtigkeit, Benzin und Öl
- bei Einbau Dichtungen im Hausanschlussbereich:
 - Beständigkeit gegen Fügedruck
 - Resistent gegen Feuchtigkeit
 - Einbaufähigkeit in die Dichtung ohne Wirkung auf Dichtfunktion
 - Beständigkeit gegen Belastung durch HD-Spülvorgänge

Zur Überprüfung und Feststellung der oben genannten Forderungen und Parameter erfolgte in Zusammenarbeit mit der RST GmbH die Auswahl des den Anforderungen entsprechenden Transpondertyps. Zur Auswahl standen die in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Transponder der Frequenzklassen 125 kHz (Tabelle 1), 13,56 kHz (Tabelle 2) und 2,45 kHz (Tabelle 3).

| Typ | IDC 06 | IDC 30 | IDC 50 | IDC 100 | DC 108 | DC 118 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|
| | Stick | Behälter-Transponder | Behälter-Transponder | Behälter-Transponder | Schlüsselanhänger | ISO-Karte |
| |  |  |  |  |  |  |
| Leseabstand, bis zu mm | 10 | 300 | 500 | 1000 | 350 | 550 |
| Schutzklasse | IP67 | IP67 | IP67 | IP67 | IP52 | IP67 |
| Temperaturbereich °C | -20 ... +70 | -40 ... +85 | -40 ... +85 | -40 ... +85 | +5 ... +70 | -30 ... +50 |
| Abmessungen in mm | 12 x 6 x 3 | ∅30 x 10 Loch ∅4 | ∅50 x 10 Loch ∅4 | ∅100 x 15 Loch ∅5 | 57x32x6 | 86x54x0,8 |
| Frequenz | 125kHz | 125 kHz/ASK | 125 kHz/ASK | 125 kHz | 125 kHz/ASK | 125 kHz/ASK |

Tabelle 1: Transponder der Frequenzklasse 125 kHz [FITR]

| Typ | MCC 501 | MCC 503 |
|----------------------|---|---|
| | Transponder | Transponder |
| |  |  |
| Leseabstand, max. mm | 5000 | 5000 |
| Schutzklasse | IP54 | IP67 |
| Temperaturbereich °C | +5 ... +60 | -25 ... +60 |
| Abmessungen in mm | 85 x 54 x 6 | 70 x 50 x 15 |
| Frequenz | 2,45 GHz | 2,45 GHz |

Tabelle 2: Frequenzklasse 13,56 MHz [FITR]

| Typ | RDC 2018 | RDC 2008 |
|----------------------|---|---|
| | ISO_Karte | Schlüsselanhänger |
| |  |  |
| Leseabstand, max. mm | 30 | 15 |
| Schutzklasse | IP67 | IP52 |
| Temperaturbereich °C | -30 ... +50 | +5 ... +70 |
| Abmessungen in mm | 85 x 54 x 0,8 | 57 x 32 x 6 |
| Frequenz | 13,56MHz | 13,56 MHz |

Tabelle 3: Frequenzklasse 2,45 GHz [FITR]

Auf Grund der Herstellerangaben wurde der Transponder vom Typ IDC 30 ausgewählt (Tabelle 1). Zur Überprüfung der Herstellerangaben wurden dem FITR Weimar e.V. 10 Transponder des genannten Typs zu Versuchszwecken zur Verfügung gestellt.

Die technischen Daten dieser Transponder lauten:

- Leseabstand : bis zu 300 mm
- Temperaturbereich in C° : -40.....+85°C (kurzzeitig bis 125°C)
- Abmessungen in mm : Ø 30mm x 10mm, Loch Ø 4mm
- Schutzklasse : IP 67

Der gewählte Leseabstand von bis zu 300 mm ist als ein theoretischer Wert anzusehen. Durch eine Modifikation der Antenne in Form und Größe können erheblich größere Leseabstände erreicht werden.

Der vom Hersteller angegebene Temperaturbereich ist für den Einsatz des Transponders in der Straße notwendig. Auf Grund der Tatsache, dass der Transponder im Außenbereich eingesetzt wird kommt es im Jahresverlauf zu großen Temperaturunterschieden. Temperaturen von -15°C im Winter und bis + 65°C im Sommer sind im Bereich der Fahrbahndecke keine Seltenheit. Weiterhin muss der Transponder beim Einbau kurzzeitig höheren Temperaturen auf Grund des Heißeinbaus der Deckschicht widerstehen können.

Die Abmessungen erscheinen dahingehend als akzeptabel, da die Applikation der Transponder in der Deckschicht mit einfachen Mitteln durchführbar ist (Anbohren, Fixieren, Verschließen.)

Die Schutzklasse gibt eine Aussage über die Sicherheit gegenüber Staub, Feuchtigkeit und Durchdringschutz für elektronische Bauteile. Beim Einbau in die Deckschicht der Straße ist der Kontakt mit Feuchtigkeit und Staub nicht auszuschließen. Die Transponder der Schutzklasse IP 67 müssen nach DIN 40050 folgende Bedingungen erfüllen:

Drahtschutz: Gegen Zugang mit Draht geschützt, Zugangssonde Ø 1,0 mm darf nicht eindringen,

Staubdicht: Staub darf nicht eindringen,

Wasserdichtheit: Geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser. Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist.

4.4.4 Beständigkeitsuntersuchungen der Datenträger

4.4.4.1 Temperaturbeständigkeit

Zusätzlich zu den vom Hersteller genannten Temperaturbereich von – 40°C bis +85°C erfolgte eine Überprüfung der Funktion bei Temperaturen bis 195°C. Diese Überprüfung ist dahingehend sinnvoll, da beim Straßenneubau die Einbautemperatur der Tragschicht ca. 160°C beträgt und bei der Extrusion von Hausanschlussdichtungen die Temperaturen kurzfristig 100°C erreichen.

| Temp.-Stufe | Transponder Nummer | Zeitraum | Funktionsprüfung |
|-------------|--------------------|--|------------------|
| 80°C | 2 | 31.07.,11:00 bis 01.08.; 11:00 Uhr | O.K. |
| 100°C | 2 | 04.08. 11:00 bis 05.08, 11:00 Uhr | O.K. |
| 120°C | 2 | 05.08. 11:08 bis 06.08, 11:07 Uhr | O.K. |
| 140°C | 2 | 06.08 11:08 bis 07.08., 11:00 Uhr | O.K. |
| 160°C | 2 | 07.08 11:00 bis 08.08, 11:00 Uhr | O.K. |
| 165°C | 2 | 08.08 11:15 bis 19.08, 11:00 | O.K. |
| 185°C | 2 | 19.08 ;11:00 bis 20.08 11:00 (2mm Aufwölbung) | O.K. |
| 195°C | 2 | 21.08. 9:30 bis 22.08. 9:30 Uhr (Aufwölbung 5 mm) | O.K. |

Tabelle 4: Übersicht über die Versuche zur Temperaturbeständigkeit [FITR]

Die Funktionsüberprüfung der Transponder erfolgte in einem Trockenofen (Abbildung 19) bei Temperaturen zwischen 80°C und 195°C. Die Datenträger wurden in jeder Temperaturstufe (Tabelle 4) über einen Zeitraum von 24 Stunden belastet.



Abbildung 19: Transponder während einer Temperaturprüfung [FITR]

Nach Abschluss der jeweiligen Temperaturstufe erfolgte die Funktionsüberprüfung im aufgeheizten Zustand.

4.4.4.2 Frost-Tauwechsel-Beständigkeit

Nach dem Einbau der Transponder in die Deckschicht der Straße, erfolgt bedingt durch die oberflächennahe Lage die Beanspruchung der Transponder durch den Frost-Tauwechsel. Durch diese teilweise relativ schnell stattfindenden Wechsel (z.B. Tausalzeinwirkung) kommt es zu einer physikalischen Beanspruchung der Transponder. Um diese Zustände zu simulieren wurde bei zwei Transpondern ein Zyklus von 31 Frost-/ Tauwechseln durchgeführt.

Im Klimaschrank wurden die Transponder für mehrere Stunden auf eine Temperatur von ca. -9 °C abgekühlt.

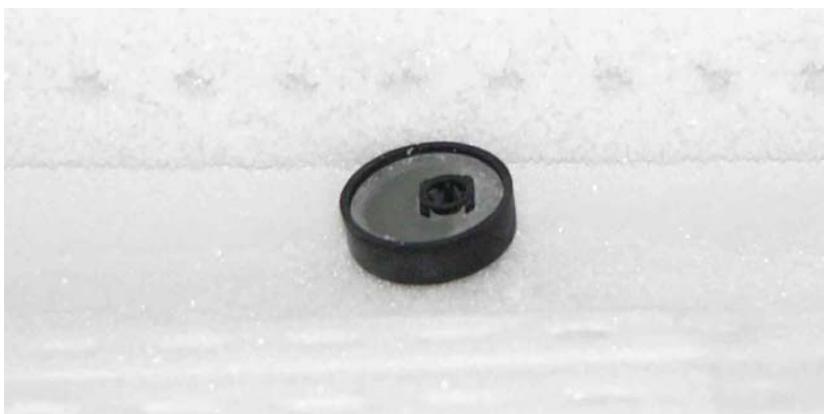


Abbildung 20: Transponder im Klimaschrank [FITR]

Anschließend erfolgte eine kurzfristige Erwärmung auf ca. 20°C. Die Temperaturdifferenz von 29 K ist bezüglich der real auftretenden Differenzen als extrem anzusehen. Um unterschiedliche Materialgewöhnungen darzustellen erfolgten die Tief- bzw. Hochtemperatur-Einwirkungen in Zeiträumen von 2 bis 21 Stunden (Tabelle 2).

| Versuch | Datum | Nr. | Zeit | Versuch | Datum | Nr. | Zeit |
|---------|----------|-----|---------------|---------|----------|-----|---------------|
| 1 | 20.08.03 | 5,6 | 13:45 – 08:00 | 2 | 21.08.03 | 5,6 | 09:45 – 09:45 |
| 3 | 22.08.03 | 5,6 | 10.45 – 07:45 | 4 | 25.08.03 | 5,6 | 10:00 – 13:00 |
| 5 | 25.08.03 | 5,6 | 15:00 – 8:15 | 6 | 26.08.03 | 5,6 | 11:00 – 14:00 |
| 7 | 26.08.03 | 5,6 | 16:00- 13:15 | 8 | 27.08.03 | 5,6 | 16:00 – 10:00 |
| 9 | 28.08.03 | 5,6 | 13:00 – 09:00 | 10 | 29.08.03 | 5,6 | 15:45 – 10:00 |
| 11 | 01.09.03 | 5,6 | 14:00 – 16:00 | 12 | 02.09.03 | 5,6 | 8:30 –11:00 |
| 13 | 02.09.03 | 5,6 | 14:30 – 07:45 | 14 | 03.09.03 | 5,6 | 8:45 – 10:00 |
| 15 | 03.09.03 | 5,6 | 13:00 – 15:30 | 16 | 04.09.03 | 5,6 | 8:00 – 10:00 |
| 17 | 04.09.03 | 5,6 | 12:00-14:00 | 18 | 04.09.03 | 5,6 | 16:00- 08:00 |
| 20 | 08.09.03 | 5,6 | 11:00- 14.00 | 21 | 08.09.03 | 5,6 | 16:15- 08.00 |
| 22 | 09.09.03 | 5,6 | 11:30 –15:00 | 23 | 10.09.03 | 5,6 | 07.15 – 10.15 |
| 24 | 10.09.03 | 5,6 | 12:00 – 15:45 | 25 | 11.09.03 | 5,6 | 07:30 – 11:00 |
| 26 | 11.09.03 | 5,6 | 13:00 – 16:00 | 27 | 12.09.03 | 5,6 | 7:30- 10:00 |
| 28 | 12:09.03 | 5,6 | 12:00-15:00 | 29 | 15.09.03 | 5,6 | 8.00-13.00 |
| 30 | 17.09.03 | 5,6 | 10:00- 16 :00 | 31 | 18.09.03 | 5,6 | 7.15 – 11.00 |

Tabelle 5: Übersicht Frost-Tauwechsel-Versuche [FITR]

Weitere Langzeituntersuchungen zum Frost- /Tauwechsel erfolgen mittels zwei in unterschiedlichen Straßenstandorten eingebauter Transponder. Damit ist eine reale Belastung gegeben.

4.4.4.3 Beständigkeit gegenüber Feuchte, Öl und Benzin

Die unter realen Bedingungen auftretenden Belastungen auf die Transponder durch Umwelteinflüsse und aggressive Medien können sehr vielfältig sein. Auf Grund der Tatsache, dass durch den Hersteller keine Angaben über die Beständigkeit der Datenträger gegenüber solchen Medien gemacht werden konnten, wurden die Transponder in verschiedenen Versuchsreihen auf ihre Resistenz gegenüber Feuchte, Öl und Benzin in untersucht.

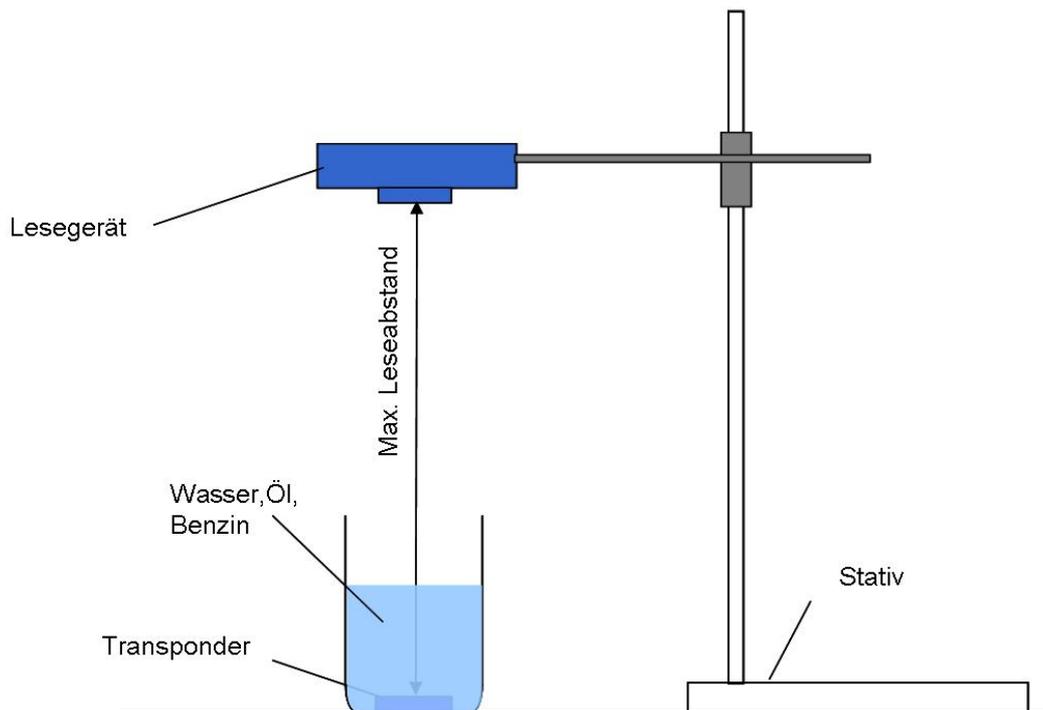


Abbildung 21: Versuchsaufbau (Skizze) [FITR]

Hierzu wurden die Transponder ab dem 18.07.03 bis zur Erstellung des Abschlußberichtes permanent in Wasser, Öl und Benzin gelagert. Die Funktionskontrolle der einzelnen Probanden erfolgte regelmäßig 2-mal pro Woche.

4.4.4.4 Straßeneinbau

Um eine Aussage über die Funktionsfähigkeit unter realistischen Bedingungen zu erhalten wurden die Transponder an verschiedenen Einbauorten in die Straßenoberfläche eingebaut.

Die Untersuchungen unter realen Witterungsbedingungen erfolgt auf der Zufahrtsstraße zum Versuchsfeld des FITR Weimar e.V..

Der oberflächengleiche Einbau des Transponders in die Straße gewährleistet einen direkten Kontakt mit den Umgebungsbedingungen.



Abbildung 22: oberflächengleicher Einbau Abbildung 23: Temperaturmessung [FITR]
[FITR]

4.4.4.5 Dynamische Belastungen

Ein weiteres wichtiges Kriterium bei der Funktionsüberprüfung der Transponder unter realistischen Bedingungen ist der Einfluss von dynamischen Belastungen auf das Elektronikbauteil.

Diese Belastungen entstehen in Form von Schwingungen und Erschütterungen beim Überfahren der Transponder im eingebauten Zustand.

Zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit durch die dynamische und die thermische Belastung durch den Heißeinbau wurde in der Werkseinfahrt der „Weimarer Wurstwaren GmbH“ ein Transponder in die Fahrbahndecke eingebracht (Abbildung 24).



Abbildung 24: Werkseinfahrt Weimarer Wurstwaren GmbH [FITR]



Abbildung 25: Einbaustelle [FITR]



Abbildung 26: Funktionsprüfung [FITR]

Der Transponder wurde mittels Vergussmasse mit einer Überdeckungshöhe von ca. 2- 3 cm im Straßenoberbau fixiert (Abbildung 25).

Die täglichen Fahrzeugübergänge von mindestens 60 PKW und 100 LKW mit mehr als drei Achsen (SLW) erscheinen als ausreichend um die Funktion unter realistischen Bedingungen testen zu können.

4.4.4.6 Einbau im Bereich von Dichtungen

Zum Einbau in Dichtungen erfolgte vorerst die Probe zur Herstellung von AWADOCK- Dichtungen mit eingearbeitetem Transponder.

Auch bei diesen Dichtungen erfolgte im Anschluss die Funktionsüberprüfung der Transponder mittels Lesegerät.

Die ersten Einbauversuche zeigten, dass die Transponder keinen definierten Sitz in den Dichtungen erreichten. Durch die Extrusion der Dichtungen erfolgte eine unwillkürliche Verschiebung des Transponders. Dadurch kam es zu Fehlstellen in der Dichtung (Abbildung 27, Abbildung 28), welche im Extremfall zum Versagen der Dichtung führen können.



Abbildung 27: Prototyp Dichtung, Einbau innen [FITR]



Abbildung 28: Prototyp Dichtung, Einbau außen [FITR]

Diese Fehlstellen wurden in der weiteren Entwicklung der Dichtungen dadurch vermieden, dass in die Dichtung eine „Tasche“ eingearbeitet wurde (Abbildung 29). Diese „Tasche“ dient der Aufnahme des Transponders, der nach der Extrusion in die Dichtung eingelegt wird.

Diese Art der Herstellung garantiert zum einen die definierte Lage des Datenträgers in der Dichtung und zum anderen eine gleich bleibende Überdeckung und damit keine Fehlstellen (Abbildung 30) an der Dichtungsoberfläche.



Abbildung 29: Dichtung mit Transponder [FITR]



Abbildung 30: Dichtung ohne Fehlstelle [FITR]

In der weiteren Abfolge erfolgt die Prüfung dieser Dichtungen im Institut für Kommunaltechnik Gelsenkirchen als unabhängiges Prüfinstitut in Hinblick auf folgende Belastungen:

- Belastung der Stützen im eingebauten Zustand
- Verdichtungsversuche
- Einwirkung durch Hochdruckspülung
- Einwirkung durch Abwinklung

Die Testergebnisse der verschiedenen Versuchsreihen sind im Prüfbericht: PA 0636 des IKT- Institut für Unterirdische Infrastruktur (Anlage 1) genauer erläutert. Die Belastungsprüfungen konnten positiv bewertet werden.

4.5 Integration Generalentwässerungsplan

Im Rahmen des Aufbaus des UIS wurde durch das Ing.-Büro Boll in Münster, in Zusammenarbeit mit der Dr. Papadakis GmbH in Hattingen, die hydraulische Auslastung des bestehenden Kanalsystems der Stadt Rietberg ermittelt, d.h. der vorhandene Generalentwässerungsplan (GEP) aktualisiert und an das UIS angepasst und integriert.

Die Grundlage hierfür waren hauptsächlich die von der RST GmbH auf Plausibilität geprüften, bereinigten und mit einer neuen Schachtnummerierung versehenen

Kanaldaten, sowie die vom Landesvermessungsamt zur Verfügung gestellten digitalen Luftbilder (Abbildung 31).

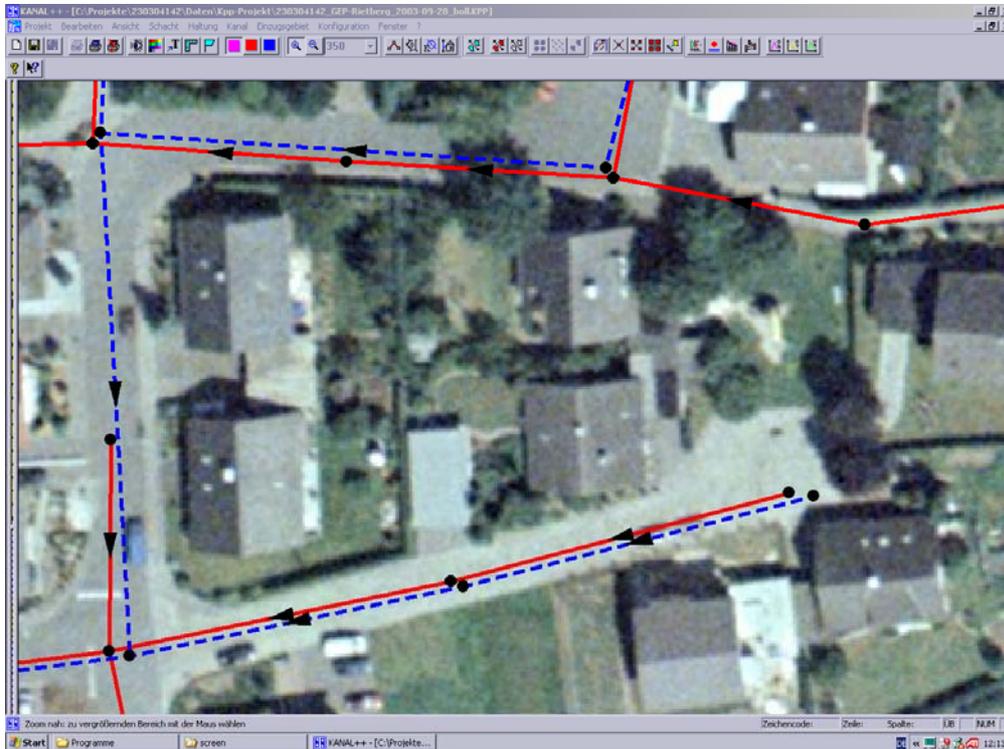


Abbildung 31: Ausschnitt aus digitalem Luftbild [IB Boll]

Weitere Unplausibilitäten wie, z.B. stärkeres negatives Gefälle ($> 0,001$) bzw. falsche Orientierung der Haltungen, Haltungen von sehr kurzer Länge (< 5 m), Sohlsprünge ($> 0,10$ m) und unlogische Kanalverknüpfungen wurden in der Örtlichkeit vermessen bzw. geprüft. Relevante Sonderbauwerke und Neuplanungen wurden in den Kanaldatenbestand eingepflegt.

In den Teileinzugsgebieten der einzelnen Kanalhaltungen der Regenwasser- (RW-) Kanalisation wurde nach der Art der Versiegelung getrennt vorgegangen. Hierbei wurde zwischen Dachflächen, öffentlichen Verkehrsflächen, privaten Flächen „schmutzig“ und „sauber“ sowie zwischen Grünflächen unterschieden.

(priv. Fl. „schmutzig“: Parkplätze, Garagenzufahrten, gewerbliche Lagerflächen / priv. Fl. „sauber“: Terrassen, nicht befahrbare Gebäudezuwegungen, Sportanlagen).

In Abbildung 32 sind die verschiedenen Flächen der RW-Teileinzugsgebiete zu erkennen. Der Befestigungsgrad der RW-Flächen wurde wie folgt angesetzt:

Dachflächen mit 90 % (rot), öffentliche Verkehrsflächen und private Flächen „schmutzig“ mit 85 % (blau), private Flächen „sauber“ mit 50 % (gelb) und Grünflächen mit 5 % (grün).

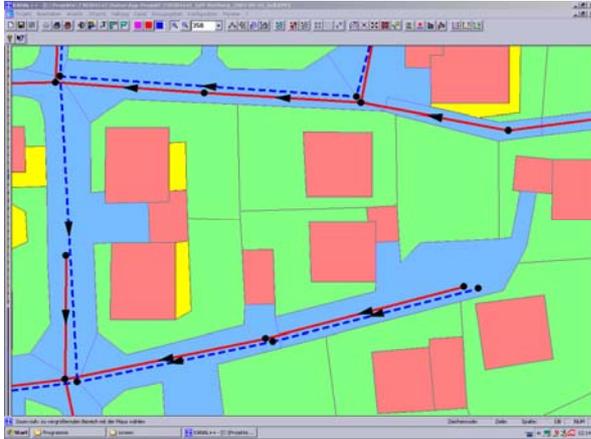


Abbildung 32: vom Luftbild digitalisierte RW-Flächen [IB Boll]

Zur Bestimmung des Schmutzwasser- (SW-) Aufkommens wurden die aktuellen Einwohnerzahlen der Wohnbebauung in den GEP aufgenommen. Die Angaben über den SW-Anfall größerer Abwassererzeuger, wie Gewerbetriebe, Schulen, Sporthallen, Schwimmbäder und dgl. wurden von der Stadt Rietberg zur Verfügung gestellt. Für die hydraulische Berechnung wurden ein spezifischer SW-Anfall von 150 l / (E*d) und ein Fremdwasseranteil von 100 % angesetzt. In Abbildung 33 sind die digitalisierten Flächen der SW-Teileinzugsgebiete dargestellt.

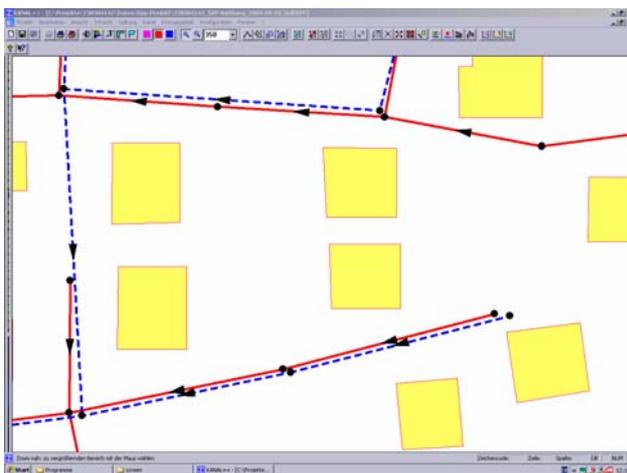


Abbildung 33: vom Luftbild digitalisierte SW-Flächen [IB Boll]

Nach der detaillierten Erfassung aller Teileinzugsgebiete und der Eingabe der oben beschriebenen Kenngrößen erfolgte die hydraulische Berechnung. Es wurde hier hydrodynamisch mit einem Euler-Modellregen, Typ II, mit $n=1 [1/a]$ gerechnet.

5 Ergebnisse

5.1 Ergebnisse der softwarespezifischen Bearbeitung

Die Abarbeitung des Schadensereignisses erfolgt im UIS in fallbezogenen Prozessen. Der technische Mechanismus dahinter orientiert sich an so genannten Trouble-Ticket-Systemen, wie sie auch bei Gasversorgern und Betreibern von Produktenleitungen im Havariefall verwendet werden.

Bei Eintritt eines Ereignisses muss der Mitarbeiter eine Schaltfläche – vergleichbar einer Notruf-Taste - zur Aktivierung des Systems drücken. Abhängig von dem jeweiligen Ereignis wird ein Entscheidungsbaum in der Datenbank abgebildet. Die auf einem Trouble-Ticket-System der RST basierender Mechanismen führen den Mitarbeiter der Rufbereitschaft dann gezielt in Einzelschritten durch seinen Entscheidungsweg. Abhängig von den dabei getroffenen Festlegungen erfragt das UIS weitere Details die zur Spezifizierung notwendig sind oder liefert begleitende Information (z.B. Telefonnummern, Dokumente etc.). So hat der Mitarbeiter neben dem Bild des Ereignisortes und seiner Umgebung auch sofort Vorschläge oder Anweisungen, wie zu verfahren ist.

Die durchgeführten Eingaben werden im System dokumentiert. Somit stehen auch bei einer rückwirkenden Betrachtung aussagekräftige Funktionen zu bestimmten Entscheidungen oder Maßnahmen zur Verfügung.

5.2 Ergebnisse der hardwarespezifischen Bearbeitung

Durch die strukturierte Vorgehensweise im Gesamtprojekt konnten hardwarespezifische Probleme generell vermieden werden. Vielmehr stellten sich Aufgaben aus dem Blickwinkel der Gebrauchstauglichkeit bzw. der Ergonomie, was

in starkem Maße zu einer Zusammenstellung und Abstimmung vorhandener Technologie aufeinander führte.

Entscheidend für den problemfreien Ablauf war, dass der am besten geeignete, RAL-konforme Transponder für die Durchführung von Stresstests relativ schnell gefunden wurde. Damit wurde quasi der Grundstein für das Transpondersystem gelegt.

Hinweis:

Ein kleiner Transponder verlangt bei demselben Leseabstand eine größere Leseantenne und mehr Strom. Eine Skalierung ist nur bis zu einem gewissen Grad möglich, da ab dann äußere Störfrequenzen die Lesefrequenzen überdecken würden. Das Zusammenspiel von Transponder und Leseeinrichtung muss deshalb immer als Gesamtsystem betrachtet werden.

5.2.1 Eignungsprüfung Transponder

Ergebnisse der Temperaturprüfung

Der Transponder zeigte bei keiner der getesteten Temperaturen Einschränkungen in seiner Funktionalität. Lediglich die Vergussmasse verformte sich ab einer Temperatur von 185°C. Die Verformung ist in der Abbildung 34 deutlich zu erkennen. Diese Aufwölbung hatte keinerlei Einfluss auf die Funktion des getesteten Bauteils. Die Aufwölbungen verstärkten sich noch bei Temperaturen von ca. 195 °C. Auch hier konnten keinerlei Beeinträchtigungen der Funktion festgestellt werden.



Abbildung 34: Transponder vor und nach einer Temperaturbelastung von 185 °C (v.l.n.r) [FITR]

Abschließend wurde der Transponder bei einem Hochtemperatur-Test von 250°C untersucht. Dieser Temperaturbereich führte zu einem Materialversagen des Transponderhüllmaterial und gleichzeitig zu einem Funktionsverlust der Elektronik. Die Temperaturversuche zeigten, dass die gewählten Transponder in der Lage sind Temperaturen von mehr als 180 °C über einen längeren Zeitraum stand zuhalten. Wie schon erwähnt betragen die Einbautemperaturen von Asphalt ca. 110 - 160 °C und haben somit keinen Einfluss auf die Funktionalität der Datenträger.

Frost-Tau- Wechsel

Während der gesamten Versuchsreihe vom 18.07.03 bis zum 10.11.03 traten an den Transpondern keinerlei Funktionsstörungen auf. Die Funktionsüberprüfungen nach jedem Frost-Tauwechsel zeigten keinerlei Fehlfunktionen oder Funktionseinschränkungen der Datenträger.

Chemische Beständigkeit (Öl, Benzin, Feuchte)

Zur Überprüfung der Resistenz gegen Öl, Benzin und Wasser wurden die Transponder über den Zeitraum vom 18.07.03 bis 31.10.04 permanent in den genannten Medien gelagert. Die regelmäßige Funktionsüberprüfung zwei Mal pro Woche mittels eines Handlesegerätes zeigte keinerlei Funktionseinschränkungen an der Funktionsweise der getesteten Transponder.

Straßeneinbau

Um die Einflüsse der Temperaturschwankungen (Tag/Nacht, Sommer/Winter) unter praxisnahen Bedingungen zu untersuchen wurden einige Transponder oberflächengleich in die Deckschicht der Straße eingebaut.

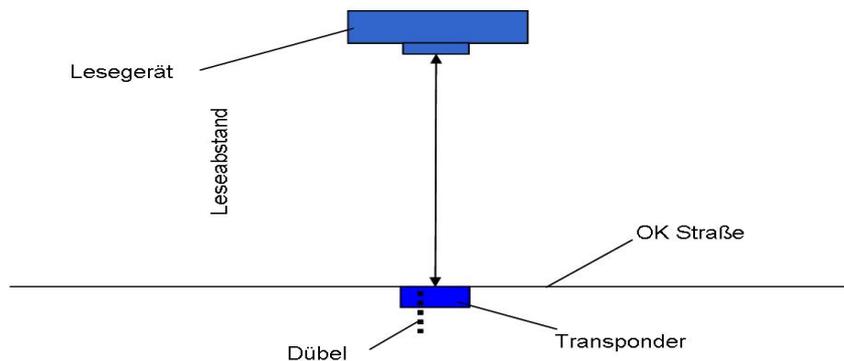


Abbildung 35: oberflächengleicher Einbau eines Transponders [FITR]

Während des gesamten Versuchszeitraums vom 20.07.03 bis zum 31.10.04 traten keine Funktionsstörungen an den Probanden auf. Die Überprüfung der Transponder erfolgt regelmäßig zwei Mal wöchentlich.

Dynamische Belastung

Die unter Punkt 4.4.4.5 beschriebene Messstelle wurde seit Versuchsbeginn, dem 01.08.03, regelmäßig zwei Mal wöchentlich mittels Handgerät ausgelesen. Ein Funktionsausfall bzw. eine Funktionsstörung war während des gesamten Messzeitraums nicht zu verzeichnen.

Einbau im Bereich von Dichtungen

Die im Institut für Kommunaltechnik Gelsenkirchen durchgeführten Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen.

Der Einbauvorgang der Awadock- Anschluss-Systeme wurde durch die Transponder nicht gestört, so dass die Stützen entsprechend der Einbauanleitung eingebaut werden konnten.

Die Hochdruckspülung mit 50 Prüfdurchläufen unter Zugabe von Splitt führte an den Awadock- Anschluss-Systemen zu keiner Beeinträchtigung. Im Bereich der Transponder entstanden durch die Spülung keine maßgeblichen Schäden.

Die Awadock- Anschluss-Systeme mit Transponder waren sowohl nach dem Einbau als auch nach der Belastung durch die Hochdruckspülung dicht. Im Rahmen der

durchgeführten Untersuchungen wurden keine negativen Einflüsse der Dichtwirkung durch die Transponder festgestellt.

Die durchgeführte Funktionsprüfung der Transponder vor- und nach dem Einbau, nach der Belastung durch Hochdruckspülung und nach der Durchführung von Dichtheitsprüfungen zeigte keinerlei Einschränkungen in der Funktion der Datenträger.

Fazit

Die durchgeführten Versuche zur thermischen, chemischen und mechanischen Belastbarkeit führten zu dem Ergebnis, dass der gewählte Transpondertyp (IDC 30) die Anforderungen eines Straßeneinbaus erfüllt.

Weiterhin entspricht dieser Transpondertyp den Anforderungen der RAL-GZ 619. Sie ist das Gütezeichen für „Mikrosystemtechnik im Kanalisations- und Rohrleitungsbau“, welches vom Deutschen Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. vergeben wird.

Die Ergebnisse des Instituts für Kommunaltechnik Gelsenkirchen (IKT) zeigen, dass die Handhabung des Anschlussstutzens während des Einbaus und die betriebliche Belastung der Hochdruckleitung nicht zum Versagen der Transponder führt.

Der vollständige Prüfbericht befindet sich in der Anlage 1 unter „Prüfbericht: PA 0636“.

5.3 Ergebnisse Generalentwässerungsplan

Auf der Grundlage der Kanaldaten, der digitalen Luftbilder und charakteristischer Kenngrößen wurde der GEP zur hydraulischen Bewertung des Kanalnetzes der Stadt Rietberg für den Ist-Zustand aktualisiert. Hierbei wurde zwischen dem RW-Kanal- und dem SW-Kanalsystem getrennt vorgegangen.

5.3.1 Darstellung der Ergebnisse für den RW-Kanal

In Abbildung 36 sind exemplarisch die RW-Kanäle im Lageplan in blau dargestellt. Die Darstellung der RW-Kanäle wurde aus den Kanaldaten erzeugt und das digitale Luftbild hinterlegt.



Abbildung 36: RW-Kanalsystem [IB Boll]

Für die RW-Kanäle wurden mittels der digitalen Luftbilder die Teileinzugsgebiete der einzelnen RW-Haltungen bestimmt. Bei der Festlegung der Teileinzugsgebiete wurden die einzelnen RW-Flächen getrennt nach dem Befestigungsgrad erfasst (Abbildung 37 und Anlage 2). Beim Befestigungsgrad wurde zwischen 90 % (Dachflächen, rot), 85 % (öffentliche Verkehrsflächen und private Flächen „schmutzig“, blau), 50 % (private Flächen „sauber“, gelb) und 5% (Grünflächen, grün) unterschieden. Die Darstellung der RW-Flächen in Abhängigkeit des Befestigungsgrads ist in Abbildung 37 zu finden.



Abbildung 37: Befestigungsgrad der RW-Flächen [IB Boll]

Nach der hydrodynamischen Berechnung des RW-Kanalsystems für eine Jährlichkeit von $n=1,0$ [1/a] ergeben sich die Wasserspiegel- und Energiehöhenlagen in den einzelnen RW-Haltungen. Lag die Wasserspiegelhöhe über der Geländehöhe einer jeweiligen Haltung, so ergab sich ein Überstau am oberhalb gelegenen RW-Schacht. Die überstauten RW-Schächte sind in Abbildung 38 rot und die nicht überstauten RW-Schächte grün dargestellt. Die Hauptaussage des Generalentwässerungsplans (Ist-Zustand) in Bezug auf den RW-Kanal liegt in dem Vorhandensein und der Anzahl von überstauten Schächten (Abbildung 38 und Anlage 3) und der jeweils rechnerischen RW-Austrittsmenge.



Abbildung 38: Überstau im RW-Kanalsystem [IB Boll]

5.3.2 Darstellung der Ergebnisse für den SW-Kanal

In Abbildung 39 sind exemplarisch die SW-Kanäle im Lageplan in rot dargestellt. Die Darstellung der SW-Kanäle wurde aus den Kanaldaten erzeugt und das digitale Luftbild hinterlegt.



Abbildung 39: SW-Kanalsystem [IB Boll]

Mit Hilfe der aktuellen Einwohnerzahlen der einzelnen Häuser und des SW-Anfalls größerer SW-Erzeuger wurden die Zuflüsse zur jeweiligen SW-Haltung ermittelt. Unter Ansatz eines spezifischen SW-Anfalls von 150 [l / (E*d)] und einem Fremdwasseranteil von 100 % wurde die hydraulische Belastung der einzelnen SW-Haltungen bestimmt. Lag der hydraulische Belastungsgrad unter 90 %, so wurde die entsprechende SW-Haltung grün eingefärbt, wie in Abbildung 40 und Anlage 4 dargestellt.



Abbildung 40: Belastung des SW-Kanalsystems [IB Boll]

5.3.3 Resultat des Generalentwässerungsplans (Ist-Zustand)

Die hydraulische Situation der RW-Kanalisation ergibt sich aus der Anzahl der Schächte, bei denen es rechnerisch zum Austritt von Wasser kommt, und der Menge des rechnerisch austretenden Wassers.

Für die einzelnen Ortsteile ergibt sich der Anteil der überstauten Schächte wie in Abbildung 41 dargestellt:

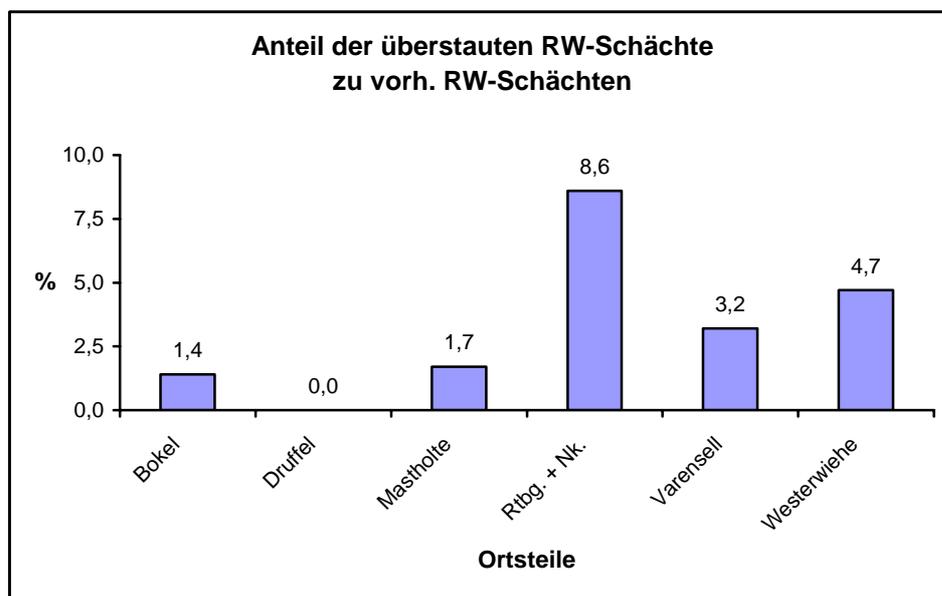


Abbildung 41: Ergebnisdarstellung der hydraulischen Berechnung des RW-Kanals [IB Boll]

Für das gesamte Stadtgebiet errechnet sich ein Anteil der überstauten Schächte von 6,3 %.

Die hydraulische Situation der SW-Kanalisation ergibt sich aus dem Belastungsgrad der jeweiligen SW-Haltungen. Unter der Voraussetzung eines Fremdwasseranteils von 100 % sind 2 % des SW-Kanalnetzes überlastet.

6 Installation

6.1 Einbaurichtlinien von Transpondern im Rahmen des UIS Rietberg

6.1.1 RAL „Mikrosystemtechnik im Kanalisations- und Rohrleitungsbau

Die Güte- und Prüfbestimmungen für die zu montierenden Transponder sind in der RAL - GZ 619 „Mikrosystemtechnik im Kanalisations- und Rohrleitungsbau“ geregelt. Die RAL gibt Auskunft über die Gütebestimmungen, die Anforderungen an die Mikrosystemtechnik sowie über die Prüfbestimmungen und die Kennzeichnung.

6.1.2 Art des Transponders

Auf Grund der Tatsache, dass die einzelnen elektronischen Komponenten aufeinander abgestimmt sind ist es für die weitere Ausrüstung der Stadt Rietberg erforderlich Transponder mit der Typenbezeichnung: **IDC 30** zu verwenden.

Technische Daten dieser Transponder sind u.a.:

- Leseabstand, bis zu 300 mm (abhängig vom Lesegerät)
- Schutzklasse: IP 67 (Drahtschutz: Gegen Zugang mit Draht geschützt, Zugangssonde Ø 1,0 mm darf nicht eindringen, Staubdicht, Staub darf nicht eindringen, Wasserdichtheit, Geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser. Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist.
- Temperaturbereich: -40°C.....+85°C (kurzzeitig 120°C)
- Abmessungen : Ø 30mm x 10mm, Loch Ø 4mm (Straßenbereich)
- Abmessungen : Ø 30mm x 5mm, Loch Ø 4mm (HA - Dichtungen))
- Frequenz: 125 kHz / ASK

6.1.3 Lage der Transponder in der Straße

Zur schnellen Identifizierung der verschiedenen Schächte wird ein definierter Montagepunkt festgelegt.

Grundsätzlich befindet sich der Einbauort des Transponders ca. 10 cm - 15 cm vom Deckelrahmen entfernt, aber außerhalb von Umpflasterungen. Die Einbauposition befindet sich bei einzelnen Schächten im Bereich des Kennzeichnungsfeldes mit der DIN - Bezeichnung im Deckelring. (Abbildung 42).

Bei mehreren eng beieinander liegenden Schächten, z.B. in Kreuzungsbereichen, müssen die Transponder in der jeweils entferntesten Position vom nächsten Schacht montiert werden um eine Verwechslung der Schächte auszuschließen (Abbildung 43).

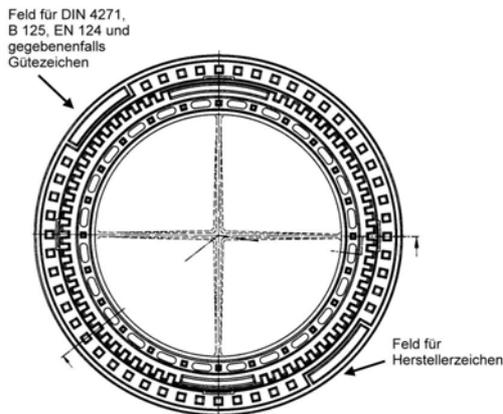


Abbildung 42: Schema Schachtabdeckung (DIN 4271) [FITR]

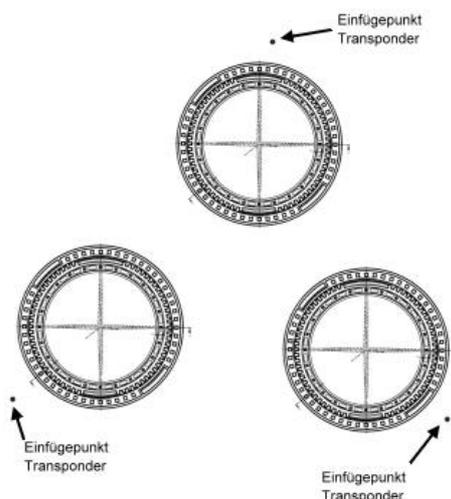


Abbildung 43: Einbauschema bei mehreren Schächten [FITR]

6.1.4 Lage der Transponder bei Straßeneinläufen

Um auch Straßeneinläufe schnell und eindeutig identifizieren zu können werden diese ebenfalls mit Transpondern ausgerüstet. Die Montage erfolgt hier ebenfalls 10 cm - 15 cm vom Rahmen entfernt in Fahrtrichtung. Es ist dabei zu beachten, dass der Montageort nicht in gepflasterten Gerinnen liegt, in diesem Fall erfolgt die Orientierung zur Straßenmitte.

6.1.5 Einbau in bituminöse Straßendecken

Um einen festen Sitz des Transponders in der Straßenoberfläche zu gewährleisten ist es notwendig ihn in der Oberfläche zu versenken.

Der Durchmesser der Einbauöffnung sollte 40 mm bis max. 50 mm betragen. Als Einbautiefe werden 20 mm - 25 mm empfohlen um eine Überdeckungshöhe von min. 10 mm zu gewährleisten. Zusätzlich zum Vergießen wird eine Verdübelung von 30 mm Länge empfohlen um ein „Herausfahren“ des Transponders zu verhindern.

Die Bohrung wird im Boden schwach abgesandet (0 - 4 mm) um eine ebenmäßige Auflage zu erreichen.

6.1.6 Einbau in Straßenpflaster

Erfolgt der Einbau der Transponder in Straßenpflaster so ist hierfür der Pflasterstein mittig anzubohren. Der Durchmesser des Bohrloches darf maximal 40 mm betragen. Die Tiefe ist analog dem Einbau in bituminöse Straßendecken zwischen 20 mm und 25 mm.

6.1.7 Verschluss der Einbauöffnung

Für die Applikation des Transponders in die Straßenoberfläche wird die Verwendung von Heißvergussmasse empfohlen. Geeignet sind hierfür Vergussmassen zum Abdichten von Fugen in Betonfahrbahnen, Betonbauteilen, an Übergangskonstruktionen von Asphaltbeton auf Brückenbelägen oder Vergussmassen für Ausbesserungsarbeiten auf Asphaltbelägen.

Die Verwendung von Verschluss-Stopfen aus Bitumen ist ebenfalls möglich. Bei der Ausrüstung der Schächte wurden diese Stopfen verwendet um einen schnellen und kontinuierlichen Arbeitsfortschritt zu gewährleisten.

Um eine Beschädigung des Transponders auszuschließen darf die Einbautemperatur 110°C bis max. 180 °C betragen.

Die vorbereiteten Einbauöffnungen dürfen nur bei trockener Witterung und einer Oberflächentemperatur des Bauteiles von über +5 °C vergossen werden. Vor Beginn der Vergussarbeiten sind folgende wesentliche Punkte zu beachten:

1. Die Einbauöffnung muss trocken sein, um eine intensive Verbindung mit dem Beton oder Asphalt zu gewährleisten.
2. Die Vergussmassen müssen bei der Verarbeitung die angegebene Vergießtemperatur haben. Wird die Vergießtemperatur zu stark unterschritten, leidet das Fließvermögen. Die Vergussmassen füllen u.U. die zu vergießenden Öffnungen nicht mehr voll aus. Es besteht die Gefahr der Hohlraumbildung, die später unter dem rollenden Verkehr ein Nachsacken des Vergusses bzw. ein lösen des Transponders zur Folge haben kann.
3. Das Erkalten der Vergussmasse nach dem Vergießen kann je eine Volumenminderung der Vergussmasse zur Folge haben; dieses bedingt beim Vergießen einen zweiten Arbeitsgang. Es empfiehlt sich, den Nachverguss unmittelbar nach Durchführung des ersten Vergusses anzuschließen.
4. Der Fugenverguss sollte so ausgeführt werden, dass ein Abstoßen der über die Fugenflanken herausragenden Vergussmasse nicht erforderlich wird. Durch das Abstoßen kann die Haftung der Vergussmasse an den Fugenwandungen beeinträchtigt werden.
5. Nach dem Vergießen ist die Oberfläche mit Quarzsand einzusanden um eine entsprechende Oberflächengüte zu erzielen.

6.1.8 Abschließende Arbeiten

Nach dem Einbau der Transponder ist eine Funktionsprüfung der Transponder durchzuführen. Die Lage des Transponders ist mittels GPS einzumessen und in einer Planunterlage zu dokumentieren und digital zu hinterlegen.

6.2 bauliche Ausrüstung

Im Rahmen des Projektes wurden die Schächte und Straßeneinläufe der Gewerbegebiete „Tenge- Rietberg“, „Mastholte“ und die Konrad-Adenauer-Straße mit 584 Transpondern ausgerüstet.

Der Einbau erfolgte durch einen örtlichen Baubetrieb nach der im Punkt 6.1 festgelegten Einbaurichtlinie. Im Einzelnen wurde dabei wie folgt vorgegangen:

Einbau in bituminöse Straßendecken



Abbildung 44: Vorbereitung für den Transpondereinbau (anbohren) [FITR]

1. Bohren eines Kernloches mit 45 mm Durchmesser (Abbildung 44). Um eine längere Haltbarkeit der Bohrkronen zu erreichen erfolgte während des Bohrens eine permanente Kühlung. Die Tiefe der Bohrung betrug 35 mm, welche einer Lehre überprüft wurde. Der Einbau des Datenträgers erfolgte in Richtung der

Straßenachse, oder wenn dies nicht möglich oder eindeutig war, nach Norden ausgerichtet.

2. Eventuell vorhandene Bohrkernreste, sowie bituminöse Restbestände wurden mit Hammer und Meißel entfernt. Anschließend wurde das Bohrloch mit Pressluft getrocknet und ausgeblasen
3. In das Bohrloch wurde eine ca. 5 mm starke- mit einem Stößel verdichtete- Feinsplittschicht eingebracht, auf die der vorher mit dem Lesegerät auf Funktion überprüfte Transponder gebettet wurde. Anschließend wurde das Bohrloch bis zu einer Tiefe von 20 mm mit Feinsplitt aufgefüllt und verdichtet (Abbildung 45). Die Tiefe wurde wiederum mit einer Lehre auf Maßhaltigkeit geprüft.

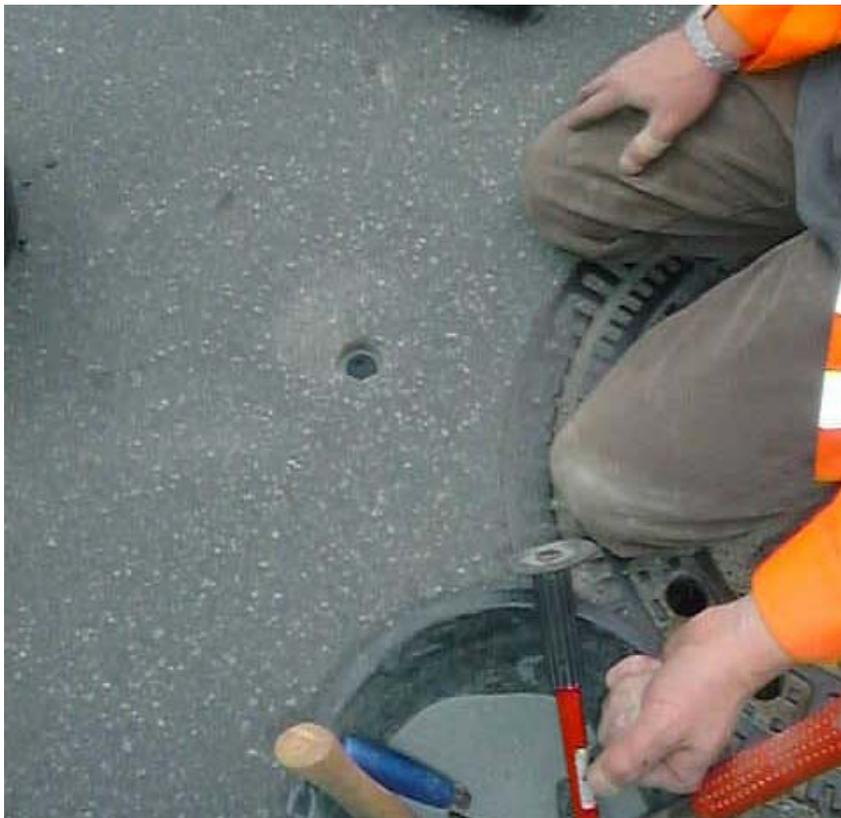


Abbildung 45: Absenden des Transponders für eine gleichmäßige Auflage [FITR]

4. Zunächst wurde das Bohrloch mit dem Propangasbrenner kurz erwärmt (Abbildung 47) um eine bessere Verbindung zwischen vorhandener Straßendecke

und dem Bitumen - Bohrstopfen zu erreichen. Der Bitumen - Bohrstopfen wurde ebenfalls erwärmt und in das Bohrloch eingedrückt

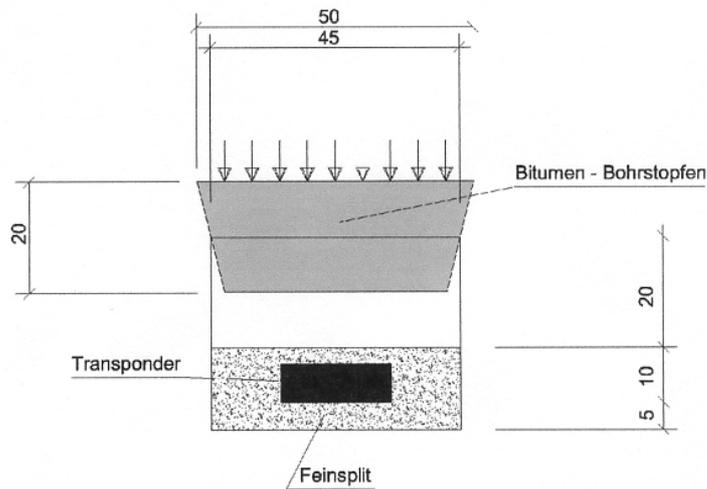


Abbildung 46: Schemaskizze Bohrstopfen [IB Kindsgrab]



Abbildung 47: Erwärmen eines Verschluss-Stopfens [FITR]

- Mit einem Gummihammer wurde der Stopfen zentriert eingeschlagen. Anschließend wurde die Oberfläche des Stopfens nochmals mit der Flamme geglättet und abgedichtet. Abschließend erfolgte ein Abstreuen der Stopfenoberfläche mittels Feinsplitt um eine bessere Oberflächengüte zu erzielen.
5. Mit dem Lesegerät wurde der eingebaute Transponder nochmals auf seine Funktion überprüft. Es gab hierbei weder vor, noch nach dem Einbau Ausfälle. Die Einbaustelle wurde mit Sprühfarbe markiert, mit dem GPS- Gerät eingemessen (Abbildung 48), nummeriert und die Lage im Lageplan eingetragen (Anlage 5).



Abbildung 48: GPS-Einmessung eines Transponders [FITR]

Einbau in Pflasterflächen

1. Entfernen eines Pflastersteins (Rechteck- oder Verbundpflaster) Ein einzelner Stein wurde entfernt und in der Höhe halbiert.

2. Einbau einer Betonschicht auf halbe Pflastersteinhöhe, in die der Transponder eingebettet wurde. Anschließend wurde der halbierte Pflasterstein wieder eingebaut und eingesandet.
3. Überprüfung der Transponderfunktion analog der Vorgehensweise „Einbau in bituminöse Straßendecken“.

Einbau in Gehwegplattenflächen

1. Entfernen einer Gehwegplatte.
2. Vertiefung herstellen, mit Fertigbeton auffüllen und den Transponder einbetten.
3. Gehwegplatte wieder einbauen und neu einsanden.
4. Überprüfung der Transponderfunktion analog der Vorgehensweise „Einbau in bituminöse Straßendecken“

Einbau in Hausanschlüssen

Ebenfalls im Projekt vorgesehen, war die Ausrüstung der Hausanschlüsse der Baugebiete „Nachtigallenweg“ und „Langer Schem“ mit Datenträgern. Zur Auswahl standen zwei Applikationsmöglichkeiten (Abbildung 49, Abbildung 50)



Abbildung 49: geschraubte Manschette mit Datenträger [FITR]



Abbildung 50: Steckmanschette mit Datenträger [FITR]

Auf Grund der einfacheren Handhabung sowie aus wirtschaftlichen Gründen fiel die Wahl auf das Stecksystem.

Die Steckmanschette wird auf die neu verlegte Hausanschlussleitung am Einbindungspunkt an den Abwasserkanal aufgesteckt (Abbildung 51). Nach erfolgter Montage wird, analog zum Transponder in der Straße, die Lage des Datenträgers mittels GPS eingemessen. Die Messwerte werden im UIS hinterlegt und stehen damit für spätere Nutzungen zu Verfügung.



Abbildung 51: Hausanschluss mit aufgesteckten Datenträger (Pfeil) [FITR]

6.3 hard- und software-technische Ausrüstung

Das **UmweltInformationsSystem** ist relativ anspruchslos hinsichtlich der erforderlichen Hardware und kann auf jedem handelsüblichen PC oder Notebook unter Windows problemlos betrieben werden. Höhere Ansprüche werden an den zentralen Server gestellt, auf dem die Kanal-Datenbank abgelegt wird. Hier wird durch die Administration sichergestellt, dass die IT- Infrastruktur einen

kollisionsfreien Betrieb der Datenbank zulässt. Wegen der unzureichenden Bandbreite der Datenverbindung zur Kläranlage wird das UIS redundant auf einem Notebook der Rufbereitschaft in der Kläranlage vorgehalten. Eine Datenaktualisierung erfolgt durch regelmäßige Datenbankupdates.

7 Zusammenfassung

Die Stadt Rietberg hat mit Förderung des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein - Westfalen in einem FuE- Vorhaben gemeinsam mit Forschungseinrichtungen und klein- und mittelständischen Unternehmen im Zeitraum 2003 bis 2004 einen wirksamen Mechanismen zur Vermeidung von Umweltschäden insbesondere Gewässerverschmutzungen in drei Teilgebieten des Stadtgebietes entwickelt und installiert.

Das **UmweltInformationsSystem** - Kanal der Stadt Rietberg erhöht die Betriebssicherheit und den wirtschaftlichen Betrieb der Abwasseranlagen, vermeidet negative Auswirkungen aufgrund fehlerhafter Melde- und Informationssysteme auf die Vorfluter, das Grundwasser und den Boden.

Die wesentlichen Betriebsabläufe werden dauerhaft, zielgerichtet und qualitätsorientiert orientiert an den Vorgaben des Landes Nordrhein-Westfalen auf Datenträgern dokumentiert.

Mit der Entwicklung des **UmweltInformationsSystems** ist es gelungen ein System zu schaffen, welches im Katastrophen- und im Kanalmanagement ein umfassendes Mittel zur Optimierung der Verwaltungsvorgänge, der Stabilisierung der Versorgungssicherheit und vor allem der Umweltsicherheit dient.

Mit diesem System ist die Stadt Rietberg nunmehr in der Lage im Brandfall oder bei Gefahrgutunfällen mittels eines Lesegerätes unmittelbar vor Ort eine Identifikationsnummer auslesen zu können, welche an die Bereitschaft der Kläranlage weitergeleitet wird. Dort bzw. auch vor Ort kann man nach Eingabe von Daten wie Löschwassermenge, Löschmittel oder Gefahrgut in kürzester Zeit über eine Datenhandy oder einen Laptop Informationen über zu erledigende

Sofortmassnahmen, Absperrorte und Fließzeiten abrufen. Durch die Verästelung des gesamten Entwässerungsnetzes wird in der Anwendung des **UmweltInformationsSystem** deutlich, dass oftmals an mehreren Stellen abgesperrt werden muss und dabei nur wenige Minuten zur Verfügung stehen.

Da mit dem **UmweltInformationsSystem** den Einsatzkräften vor Ort und den Entscheidungsträgern eine schnelle und sichere Entscheidungshilfe zur Verfügung steht kann die Umwelt vor größeren Schäden bewahrt werden.

Weiterhin kann mit dem **UmweltInformationsSystem** der Abwasserbetrieb auch die Kontrolle des Kanalsystems besser organisieren und somit zu einer Optimierung der Betriebs- und Wartungsarbeiten im Kanalsystem beitragen.

Mit der Einführung des **UmweltInformationsSystem** hat die Stadt Rietberg neue Wege beschritten und ist damit richtungweisend für andere Kommunen in Nordrhein-Westfalen und der Bundesrepublik.

Die Transpondertechnik stellt einen Stand der Technik dar, welcher auch für weiterführende Informationssysteme im Bereich der stadttechnischen Infrastruktur und der Verkehrsbauten genutzt werden kann.

8 Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Brand im Gewerbegebiet Tenge-Rietberg [SV Rietberg] | 6 |
| Abbildung 2: Große Mengen anfallendes Löschmittel [SV Rietberg] | 6 |
| Abbildung 3: Simulierter Gefahrgutunfall [FITR] | 7 |
| Abbildung 4: Auslesen der Ident. Nummer [FITR] | 7 |
| Abbildung 5: Vorbereitung zum Absperrren der Abwasserleitung [FITR]..... | 8 |
| Abbildung 6: Setzen der Absperrblase [FITR] | 8 |
| Abbildung 7: Öl- und Giftalarmplan des Kreises Gütersloh [SV Rietberg] | 12 |
| Abbildung 8 - Definition Ereignis..... | 17 |
| Abbildung 9: analoges Kollaborationsdiagramm [RST] | 19 |
| Abbildung 10 - Kollaborationsdiagramm im Implementationsmodell des UIS [RST]. | 22 |
| Abbildung 11: Zeitmarken bis zur Vollfüllung bei Absperrung [RST] | 23 |
| Abbildung 12: Bildschirmprint aus dem UIS Rietberg [RST]..... | 23 |
| Abbildung 13: Rastergrafik [RST] | 25 |
| Abbildung 14: Vektorgrafik [RST] | 25 |
| Abbildung 15: Gefahrgutkennzeichnung nach GGVZ [RST]..... | 26 |
| Abbildung 16: Eingabemaske für Löschmittel, Menge usw. [RST] | 26 |
| Abbildung 17: Funktionsmuster eines Transponderlesegerätes [RST]..... | 28 |
| Abbildung 18: PDA mit Identifikationsnummer und Kartenausschnitt [RST]..... | 28 |
| Abbildung 19: Transponder während einer Temperaturprüfung [FITR] | 34 |
| Abbildung 20: Transponder im Klimaschrank [FITR] | 34 |
| Abbildung 21: Versuchsaufbau (Skizze) [FITR] | 36 |
| Abbildung 22: oberflächengleicher Einbau [FITR] | 37 |
| Abbildung 23: Temperaturmessung [FITR]..... | 37 |
| Abbildung 24: Werkseinfahrt Weimarer Wurstwaren GmbH [FITR]..... | 38 |
| Abbildung 25: Einbaustelle [FITR] | 38 |
| Abbildung 26: Funktionsprüfung [FITR] | 38 |
| Abbildung 27: Prototyp Dichtung, Einbau innen [FITR] | 39 |
| Abbildung 28: Prototyp Dichtung, Einbau außen [FITR]..... | 39 |
| Abbildung 29: Dichtung mit Transponder [FITR]..... | 40 |
| Abbildung 30: Dichtung ohne Fehlstelle [FITR] | 40 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 31: Ausschnitt aus digitalem Luftbild [IB Boll] | 41 |
| Abbildung 32: vom Luftbild digitalisierte RW-Flächen [IB Boll] | 42 |
| Abbildung 33: vom Luftbild digitalisierte SW-Flächen [IB Boll]..... | 42 |
| Abbildung 34: Transponder vor und nach einer Temperaturbelastung von 185 °C (v.l.n.r) [FITR] | 44 |
| Abbildung 35: oberflächengleicher Einbau eines Transponders [FITR]..... | 46 |
| Abbildung 36: RW-Kanalsystem [IB Boll]..... | 48 |
| Abbildung 37: Befestigungsgrad der RW-Flächen [IB Boll] | 48 |
| Abbildung 38: Überstau im RW-Kanalsystem [IB Boll] | 49 |
| Abbildung 39: SW-Kanalsystem [IB Boll]..... | 50 |
| Abbildung 40: Belastung des SW-Kanalsystems [IB Boll] | 50 |
| Abbildung 41: Ergebnisdarstellung der hydraulischen Berechnung des RW-Kanals [IB Boll] | 51 |
| Abbildung 42: Schema Schachtabdeckung (DIN 4271) [FITR]..... | 53 |
| Abbildung 43: Einbauschema bei mehreren Schächten [FITR] | 53 |
| Abbildung 44: Vorbereitung für den Transpondereinbau (anbohren) [FITR]..... | 56 |
| Abbildung 45: Absenden des Transponders für eine gleichmäßige Auflage [FITR].. | 57 |
| Abbildung 46: Schemaskizze Bohrstopfen [IB Kindsgrab] | 58 |
| Abbildung 47: Erwärmen eines Verschluss-Stopfens [FITR] | 58 |
| Abbildung 48: GPS-Einmessung eines Transponders [FITR]..... | 59 |
| Abbildung 49: geschraubte Manschette mit Datenträger [FITR] | 60 |
| Abbildung 50: Steckmanschette mit Datenträger [FITR]..... | 60 |
| Abbildung 51: Hausanschluss mit aufgesteckten Datenträger (Pfeil) [FITR] | 61 |

9 Anlagen

Anlage 1: Prüfbericht „Prüfung des Awadock- Anschlusssystems mit Transponder“

Anlage 2: Darstellung des Befestigungsgrades

Anlage 3: Darstellung des Überstaus

Anlage 4: Darstellung des Belastungsgrades

Anlage 5: Lageplan mit Transponderkoordinaten

Anlage 6: Projektpartner